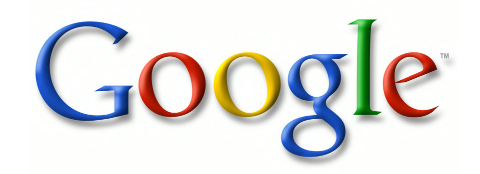
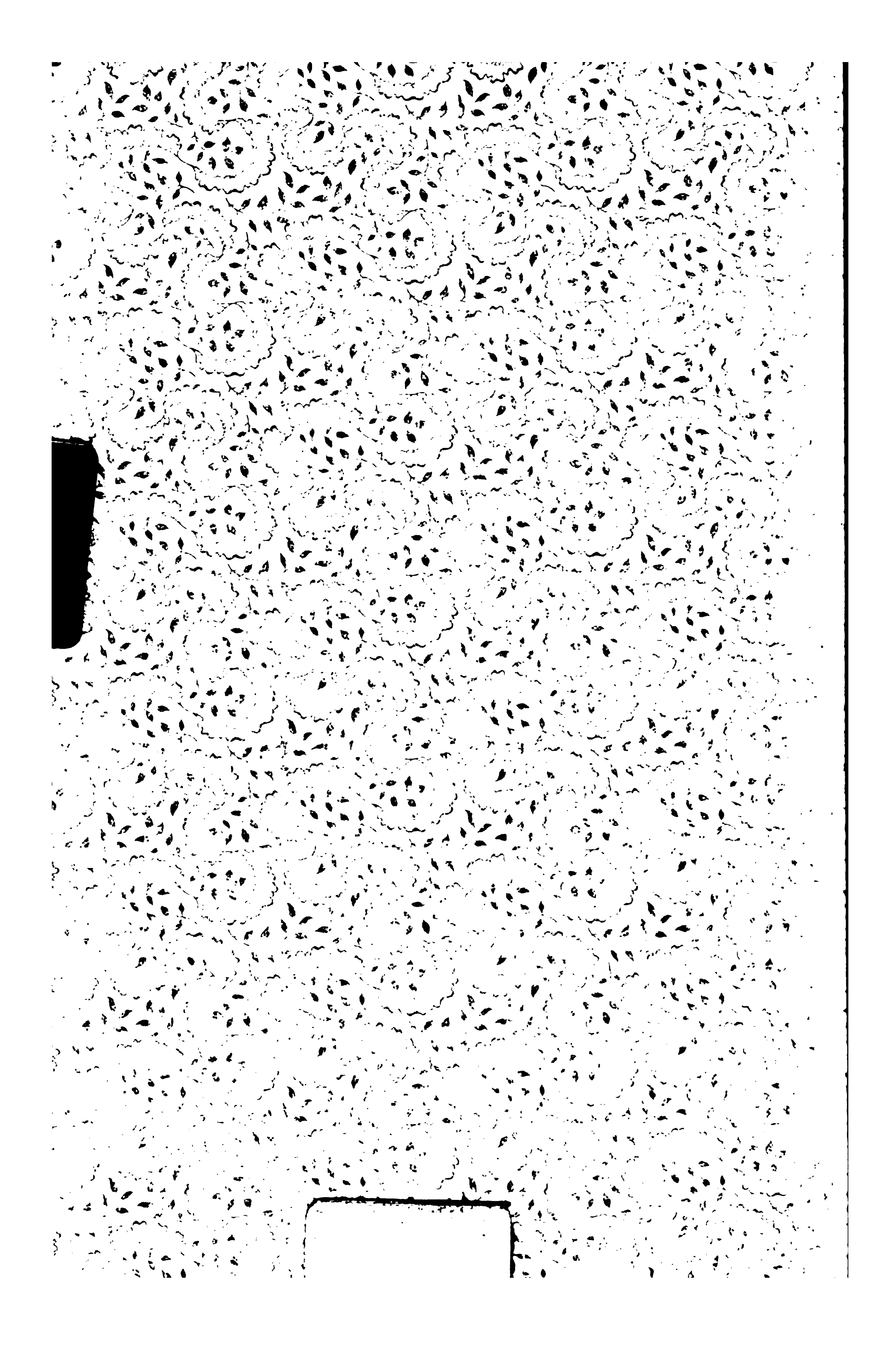
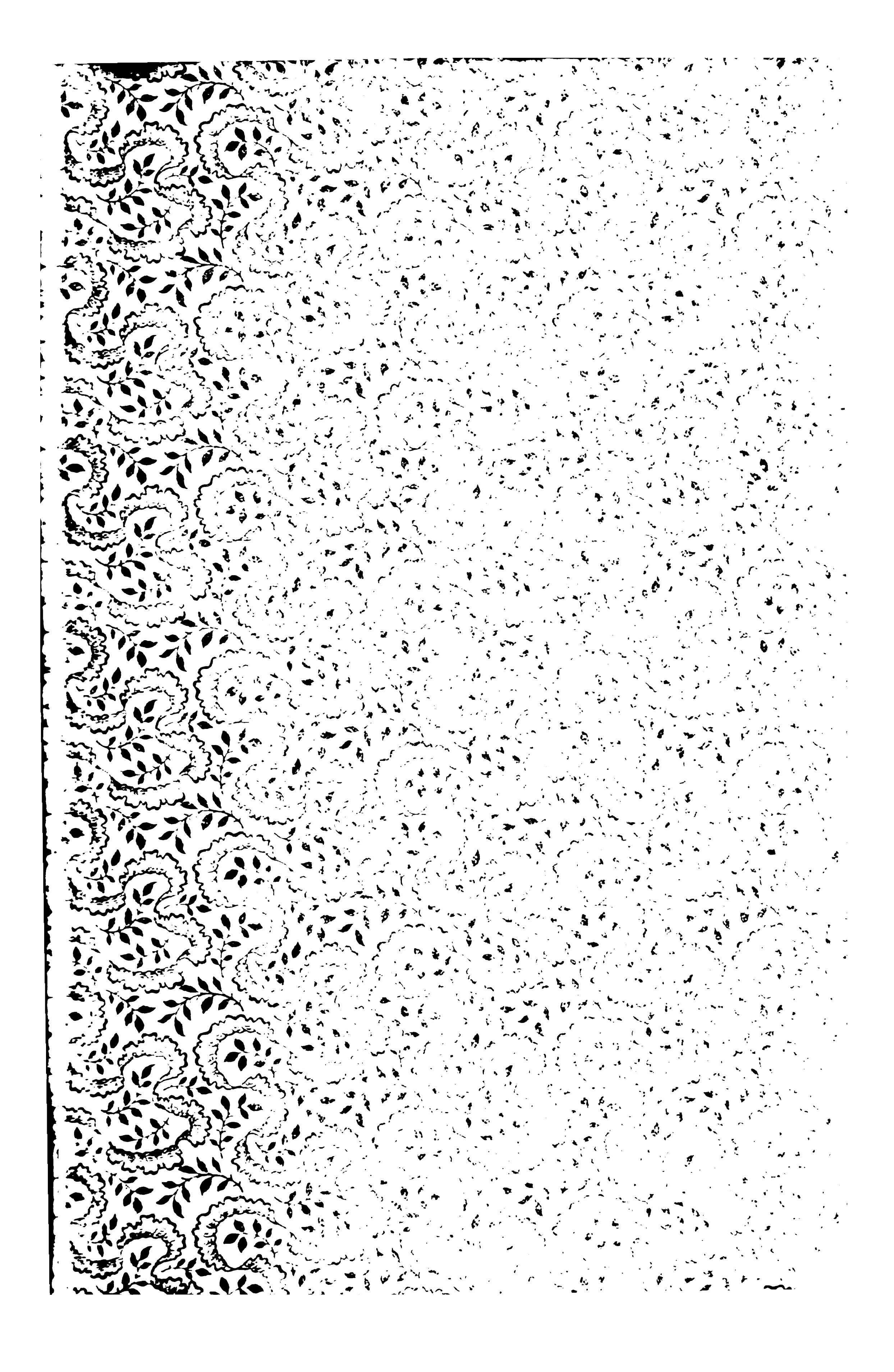



LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD
2 45 0058 4538
QP
301
D8215
1885
LANE
STORAGE





Physiologie der Bewegungen

nach

electrischen Versuchen und klinischen Beobachtungen

mit Anwendungen

auf das

Studium der Lähmungen und Entstellungen

von

G. B. Duchenne.

Aus dem Französischen übersetzt

von

Dr. C. Wernicke.

Mit 100 Abbildungen.

Cassel und Berlin.

Verlag von Theodor Fischer.

1885.

Inhaltsverzeichniss.

Erstes Capitel.

Zweites Capitel.

Uebersicht des dritten Capitels.

Dritter Theil.

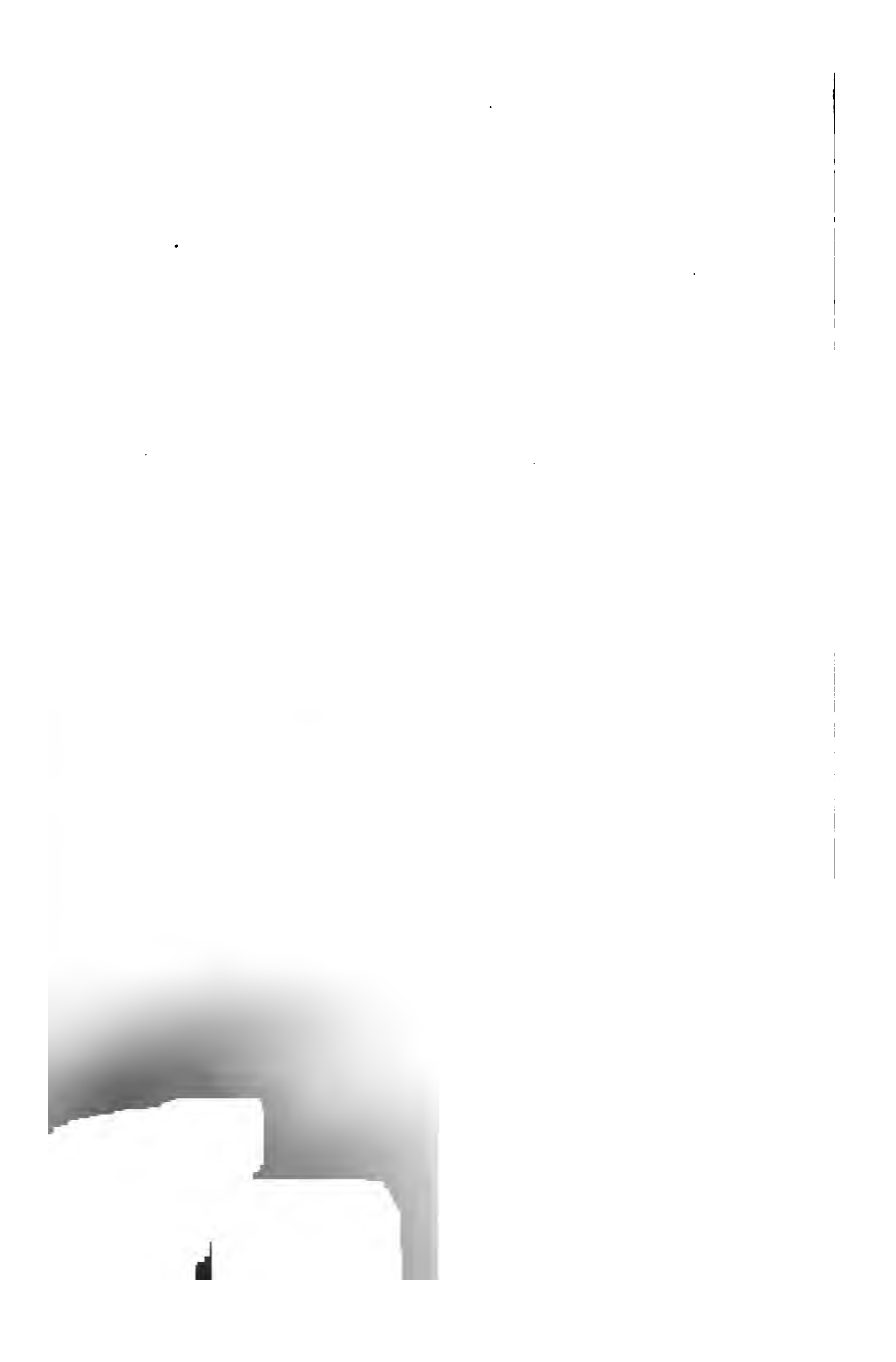
Erstes Capitel.

Uebersicht des ersten Capitels.

Zweites Capitel.

Anhang.

Vierter Theil.



Vorwort des Uebersetzers.

Es bedarf, wie ich wohl einsehe, einer gewissen Entschuldigung, wenn man es unternimmt, ein fachwissenschaftliches Werk aus dem Französischen in's Deutsche zu übersetzen, noch dazu eines, das schon vor 18 Jahren, im Jahre 1867, erschienen ist.

Die deutschen Aerzte sind im Allgemeinen der französischen Sprache so weit mächtig, um eine Uebersetzung entbehren zu können, wo es sich nicht gerade um die Feinheiten einer zugespitzten Conversation oder den reichen Wortschatz der Pariser Hallen handelt. Das vorliegende Buch indessen bietet wirklich gewisse sprachliche Schwierigkeiten. Sie sind zwar nur zum Theil sachlich begründet, insofern die französische Nomenclatur der Muskeln von der bei uns eingebürgerten wesentlich abweicht; Beispiele hierfür sind der Gracilis (droit interne), Palmaris longus (petit palmaire), Radialis internus (grand palmaire) u. s. w. Zum anderen Theile, der fast noch mehr in's Gewicht fällt, ist die überaus nachlässige Correctur der einzigen vorhandenen (französischen) Ausgabe des Buches daran Schuld; ich kenne kein anderes Buch, in dem es so viele sinnentstellende Druckfehler giebt, die gewöhnlich gerade an den Stellen stehen, wo sie nur der recht Sachverständige herausfinden kann; statt Beugung steht Streckung, statt auswärts einwärts, statt Abduction Adduction, statt ja nein. Damit soll nicht etwa dem Verfasser ein Vorwurf gemacht werden, der ohne Zweifel gut daran gethan hat, seine unschätzbare Schaffenskraft anderen Gebieten zuzuwenden, anstatt an kleinen Nachlässigkeiten des Ausdrucks zu feilen. Er konnte wohl erwarten, dass unter den Dii

minorum gentium sich einer finden würde, die Handwerkerarbeit einer gründlichen Revision vorzunehmen. Ich hoffe wenigstens, dass die vorliegende deutsche Ausgabe in dieser Hinsicht nicht mehr viel zu wünschen übrig lassen wird.

Beide Schwierigkeiten zusammen bieten dem leichten Verständniss des Buches ein ernstes Hinderniss. Der Wunsch, dasselbe aus dem Wege zu räumen und das Buch den deutschen Aerzten allgemein zugänglich zu machen, veranlasste mich zu dieser Uebersetzung.

Trotz der 18 Jahre, welche seit dem Erscheinen der französischen Ausgabe verflossen sind, brauchte ich nicht zu fürchten, etwas Veraltetes zu bringen. In den Fragen, die das Buch behandelt und zum grossen Theile auch löst, ist seither nichts Neues, was von principieller Wichtigkeit wäre, geleistet worden. Von seinem Inhalt sind immer nur Bruchstücke und kleines Detail in die bekannteren Lehrbücher und Abhandlungen, die den Gegenstand betreffen, übergegangen. Von dem schöpferischen Geiste, der das Ganze durchdringt und das Buch den klassischen Werken der medicinischen Literatur anreiht, ist in diesen Auszügen meist nur wenig zu spüren. Abgesehen davon lege ich einen Hauptwerth auf die Vollständigkeit dieser Untersuchungen, die sich fast auf die gesammte zugängliche Muskulatur erstrecken. Gerade in ihrer Gesammtheit geben sie ein übersichtliches Bild des Bewegungsapparates, wie er in Thätigkeit ist, des lebendigen Zusammenspieles der Muskulatur bei allen Hauptverrichtungen, welches ebensowohl dem ausübenden Künstler, als dem Arzte und speciell dem Neurologen unentbehrlich sein müsste.

Mit Recht nennt Duchenne seine Untersuchungen eine lebende Anatomie. Es ist zu hoffen, dass eine solche lebende Anatomie, welche allein den Ansprüchen der darstellenden Künste gerecht werden kann, die todte Anatomie der Kunstanstalten bald verdrängen werde. Vielleicht trägt dazu die vorliegende Uebersetzung etwas bei.

Die moderne Neurologie leidet, wie mir scheint, an einem zu weit getriebenen Specialistenthum; wir zählen, wenn sie sich auch nicht so nennen mögen, in Wirklichkeit Specialisten für Rücken-

markskrankheiten, für die peripheren Nervenerkrankungen, für Geisteskrankheiten u. s. w. Dem gegenüber möchte ich betonen, dass eine genaue Kenntniss der Muskelfunctionen und ihres Zusammenwirkens dieselbe Wichtigkeit hat, wie die Kenntniss des Gehirns als des auftraggebenden und des Rückenmarkes und der Nerven als der übermittelnden und leitenden Apparate; die Vorbildung eines Neurologen, der nicht alle diese Gebiete gleichmässig beherrscht, ist unzureichend für die Leistungen, die man von ihm beanspruchen muss. Wie kann er z. B. eine Hemiplegie richtig behandeln, wenn er nicht im Stande ist, dem Vorgange der Restitution Schritt für Schritt zu folgen und die Muskeln herauszufinden, deren Einzelbehandlung gerade an dem entsprechenden Zeitpunkte erforderlich ist, um die normale Gleichgewichtslage sowohl der tonischen Muskelkraft als der für die Function erforderlichen Muskelsynergie zu bewahren oder wieder herzustellen.

So klein mein Beobachtungsmaterial einer wenig umfänglichen Privatpraxis in den letzten Jahren war, so berechtigt es mich doch zu dem Ausspruche, dass die cerebralen Leitungsunterbrechungen, welche der Hemiplegie zu Grunde liegen, in ungeahnter Weise durch angemessene örtliche Muskelbehandlung einer Restitution in ihren Symptomen zugänglich sind. Für die nähere Ausführung dieses Punktes ist hier nicht der Ort; soviel aber darf ich wohl sagen, dass mir, nach meinen günstigen therapeutischen Erfahrungen, das Publikum ein Recht darauf zu haben scheint, dass sich der Arzt mit den speciellen Kenntnissen der Muskelfunctionen vertraut macht, die ihn befähigen, die Behandlung einer directen Hemiplegie erfolgreich zu leiten.

Ich habe wohl nicht nöthig zu versichern, dass ich in manchen untergeordneten Punkten bezüglich des Thatsächlichen und ferner in manchen allgemeinen Anschauungen nicht unwesentlich von dem Verfasser abweiche. Ich habe dennoch nicht geglaubt, den Leser durch Randbemerkungen ablenken zu sollen, weil ich mir die Aufgabe einer möglichst getreuen Uebersetzung, nicht einer Ueberarbeitung gestellt hatte.

Die Pietät gegen den Mann, dem man eine ähnlich her-

vorragende Stellung in der Neurologie einräumen muss, wie etwa Albrecht von Graefe in der Ophtalmologie, gegen den klassischen Autor des vorliegenden Buches, schien mir damit am besten gewahrt zu sein.

Berlin, im Januar 1885.

Der Uebersetzer.

Vorrede des Verfassers.

In diesem Buche beabsichtige ich die Gesammtheit meiner Untersuchungen über die Physiologie der Bewegungen des Menschen auseinanderzusetzen. Ich habe diesen Bemühungen nahezu 20 Jahre geopfert und dazu die beiden zusammenwirkenden Hilfsmittel der elektromuskulären Versuchsweise und der klinischen Beobachtung benützt. Meine Hauptgesichtspunkte waren hierbei die jedem besonderen Muskel des animalen Lebens zukommende Eigenwirkung und die Verrichtungen, zu denen sie dienen. Sie sind nämlich nicht nur die Hauptvermittler der willkürlichen Bewegungen, unter deren Impulse sie stehen, sondern auch Moderatoren derselben, indem sie durch ihr synergisches Zusammenwirken verhindern, von der gewollten Richtung abzuweichen; endlich bedingen sie auch durch das Gleichgewicht ihrer tonischen Kräfte die normale Stellung der Glieder in der Muskelruhe.

Die Möglichkeit, die elektrische Wirkung auf jeden Muskel oder jedes Muskelbündel zu beschränken und auf diese Weise die willkürlichen Bewegungen nachzuahmen, musste eine fruchtbare Idee gebären: am lebenden Menschen die Einzelwirkung jedes Muskels und folglich die Physiologie der Bewegungen zu studiren. Es war, so zu sagen, die von den Alten an den Thieren ausgeübte lebende Anatomie, welche Dank den Fortschritten meiner Methode der localen Faradisation hier zuerst am lebenden Menschen, ohne blutige Operation, mit unschädlichen Verfahrungsweisen verwirklicht wurde.

Aber ein entmuthigender Gedanke hätte mich fast im Beginn zurückgehalten. Wozu soviel Mühe? sagte ich mir, was kann aus

solchen Untersuchungen hervorgehen im Vergleich zu den schon Jahrhunderte alten bewunderungswürdigen Arbeiten der berühmten Männer, die vorher Muskel-Anatomie oder Physiologie getrieben haben? Nach einem Galen, einem Vesal, einem Fallopia, einem Columbus; nach einem Mechaniker wie Borelli, P. Jos. Barthez, dem grossen Winslow, B. S. Albinus, Sabatier, Soemmering, Boyer, Bichat, Gerdy; nach soviel anderen modernen Anatomen und Physiologen, was kann da in der Physiologie der Bewegungen noch zu thun bleiben? Ich wagte kaum darauf zu hoffen, dass ich einige kleine von ihnen vergessene oder vernachlässigte Thatsachen mühsam nachlesen würde.

Unter dem Eindruck dieser Ueberlegungen begann ich denn meine Untersuchungen und hatte keinen andern Wunsch als den, durch den Nachweis schon bekannter Thatsachen meine persönliche Wissbegierde zu befriedigen, keinen anderen Ehrgeiz als den, eine Art lebende Anatomie nach dem Beispiel der Alten zu demonstriren, — was beim Menschen noch nie geschehen war.

Wie gross war daher meine Ueberraschung, als sich aus meinen elektromuskulären Versuchen bald eine Reihe von unvorhergesehenen Thatsachen, die allen Berechnungen der Mechanik zu spotten schienen, herausstellten!

Wenn es demnach vorgekommen war, dass die aus meinen elektrophysiologischen Untersuchungen hervorgegangenen Thatsachen nicht mit denjenigen übereinstimmten, die man vorher aus mechanischen an der Leiche geübten Experimenten gefolgert hatte, so sah ich, dass die anscheinend rigorosen Gesetze, die man auf sie baute, die eminentesten Beobachter zu unvermeidlichem Irrthum geführt hatten. Als Beispiel und zur Stütze dieser Behauptung will ich das Zwerchfell wählen. Bekanntlich hat Borelli durch die exactesten Berechnungen bewiesen, dass die dem Zwerchfell eigene Thätigkeit darin besteht, die Basis der Brust zusammenzuziehen — was richtig ist, wie ich später am lebenden Thiere zeigen werde. — Nun, ich werde auf dem Wege des Experimentes zeigen, dass das Zwerchfell beim Menschen und bei den Thieren in Folge gewisser besonderer Einrichtungen unter physiologischen Verhältnissen die Bestimmung

hat, eine diametral entgegengesetzte Funktion zu erfüllen und dass es sie wirklich erfüllt, also die ist, die man ihm zuschreiben müsste, wenn man sich durch den Ansatz und die Richtung seiner Fasern leiten liesse.

Ich freute mich schon der Resultate, die ich durch die locale Muskelfaradisation erhalten hatte, und hoffte leicht und in kurzer Zeit eine noch unerforschte Schatzgrube von Entdeckungen auszubeuten. Ich stellte mir vor, dass ich nur rasch jede Region des Körpers durchzunehmen und die Muskeln jeden für sich und in ihren Theilen spielen zu lassen brauchte, um einen grossen Theil der Physiologie der Bewegungen neu herzustellen, — wenn man mir diesen Ausdruck gestattet. Aber auf diese anspruchsvolle Hoffnung musste ich bald verzichten, denn ich wurde durch meine eigenen Experimente aufgehalten, welche oft auf die Muskelfunctionen keinerlei Schluss gestatteten. Hier ein Beispiel: Der Deltoideus, sagte man, ist ein Erheber des Armes im Schultergelenk. Wirklich hatte eine Erhebung des Oberarmes statt, wenn ich ihn durch die locale Faradisation in andauernde Contraction versetzte; aber zu gleicher Zeit [illegible] das Schulterblatt eine fehlerhafte Stellung annehmen, die [illegible] päter beschreiben werde, und es trat eine Subluxation des [illegible]ultergelenks ein. Konnte ich mit einem solchen Experiment die Functionen des Deltoideus kennen lernen oder demonstriren? Dieser Versuch, dem ich sehr viele andere anreihen könnte, bewies also, dass die durch solche partielle Muskelcontractionen bedingten Bewegungen Entstellungen hervorbringen; dass sie nicht physiologisch sind; er bewies endlich, dass die isolirte Muskelaction nicht das natürliche ist.

Die locale Faradisation war also unzureichend, um die Physiologie der willkürlichen Bewegungen aufzuklären.

Glücklicherweise hatte mir die klinische Beobachtung geholfen, den Mechanismus einiger merkwürdiger Thatsachen, die sich aus meinen elektrophysiologischen Versuchen ergaben, zu verstehen, und hatte mir gelehrt, dass ich unter ihrer Führung auf dem Wege der Untersuchungen, den ich beschritten hatte, nothwendigerweise zur exacten Kenntniss der Muskelfunctionen kommen würde, welche

immer die synergische Contraction einer mehr oder weniger grossen Zahl von Muskeln erfordern.

Wenn es also wahr ist, dass die elektromuskuläre Untersuchung genau die besondere Wirkung eines Muskels kennen lehren kann, so muss ich allerdings bemerken, dass sie selten darüber Auskunft giebt, welche anderen Muskeln mitwirken müssen, damit die physiologische Bewegung, zu der er dienen soll, zu Stande kommt, ohne welche er meist nur Unfälle oder Entstellungen verursachen würde.

Die klinische Beobachtung bietet den Vortheil, die Störungen kennen zu lehren, welche in den Bewegungen eintreten, sobald ein Muskel allein in Wirkung tritt, weil die Mitwirkung anderer Muskeln in Folge ihrer Atrophie oder ihrer Lähmung in Fortfall kommt. Um meine Gedanken besser wiederzugeben, muss ich noch ein Beispiel citiren. Man lasse einen Menschen mit Lähmung oder Atrophie des Serratus magnus den Arm erheben; alsdann wird man genau dieselbe Entstellung zu Stande kommen sehen, dieselbe Veränderung, wie wenn man seinen Deltoideus vermittelst der localen Faradisation isolirt zur Contraction bringt. Wird man nicht offenbar das elektromuskuläre Experiment und die klinische Thatsache zusammenhalten und zu folgendem Schlusse kommen: dass nur die synergische Action des Serratus magnus es dem Deltoideus gestattet, seine Hauptfunction (die Erhebung des Armes) auszuüben, ohne dass die Entstellung oder die Subluxation, die aus seiner isolirten Wirkung resultirt, die Folge davon ist? Ich behalte mir vor, die vollständige Beweisführung für diesen Satz zu liefern, wenn ich die Functionen der Schultermuskeln auseinandersetzen werde; dann werde ich zeigen, dass der Serratus magnus in derselben Weise bestimmt ist, die zweite Hälfte der Erhebung des Armes auszuführen, weil die Hebewirkung des Deltoideus nicht weiter als bis zur horizontalen Hebung dieses Gliedes geht. Wenn ich noch näher auf diesen Punkt eingehen wollte, würde ich die Thatsachen, die ich noch zu berichten habe, vorweg nehmen. Augenblicklich will ich nur darthun, dass sowohl der elektrophysiologische Versuch als auch die klinische Beobachtung für sich allein unfähig sind, die Muskelphysiologie vollständig aufzuklären, während sie uns in ihrer Vereinigung für die physiologische Muskelsynergie,

die so schwierig zu analysiren, ja ich kann wohl sagen, so wenig gekannt ist, den Schlüssel geben können.

Ist es nöthig hinzuzufügen, dass die gegenseitige Controle der elektromuskulären Physiologie und der klinischen Beobachtung den Thatsachen, die aus derartigen Untersuchungen hervorgehen, den höchsten Grad der Sicherheit verleiht?

Man begreift, dass es für mich, um meinen neuen Untersuchungsplan zu verfolgen, d. h. in gleicher Linie die elektrophysiologische Versuchsmethode und die klinische Beobachtung fortzuführen, erforderlich war, partielle und sehr beschränkte Lähmungen zu finden. Dies war eine Zeit, wo ich eine entmuthigende Verzögerung erfuhr, denn in Bezug auf partielle Lähmungen kannte man damals nur solche, die zu gleicher Zeit eine gewisse Zahl von Muskeln des Vorderarmes betrafen, wie die Bleilähmung oder die sogenannten Deltoideus- oder Serratuslähmungen, die in den meisten Fällen sehr complicirte Lähmungsformen sind. — Mit so ärmlichen klinischen Thatsachen konnte ich sicher den grossen Plan, den ich mir gezeichnet hatte, nicht verfolgen.

Ich muss hier erwähnen, dass ich jedenfalls auf diese Untersuchungen hätte verzichten müssen ohne die allgemeine wohlwollende Unterstützung der Hospitalärzte. Sie setzen mich von den meisten partiellen oder allgemeinen Muskelaffectionen, die in ihren Abtheilungen vorkamen, in Kenntniss, und es wurde mir so möglich, in kurzer Zeit sehr viele Fälle zu beobachten und in allen Fällen den Zustand jedes Muskels vermittelst der localen Faradisation zu exploriren. — Wie man sehen wird, ist das von mir während des Lebens gefällte Urtheil über den anatomischen Zustand der Muskeln von Individuen, die ich so untersucht hatte, oft auch durch die Leichenuntersuchung gerechtfertigt worden.

Mit diesen elektromuskulären Untersuchungen — wahren Autopsien, die an Lebenden gemacht sind — beschäftigt, entdeckte ich das ziemlich häufige Vorkommen von Muskelatrophien, die ehemals mit den gewöhnlichen Lähmungen verwechselt worden waren und die später (im Jahre 1840) der Gegenstand einer Arbeit wurden, die ich an die Academie der Wissenschaften unter dem

folgenden Titel richtete: *„Klinische Untersuchungen über eine neue Krankheitsart: Die Muskelatrophie mit fettiger Umwandlung*,"

Diese Entdeckung kam gerade zur rechten Zeit, um mich zu bestimmen, meine elektrophysiologischen Studien fortzusetzen; denn jene merkwürdige Krankheit, welche bald partiell einen Muskel zerstört, ohne die Nachbarmuskeln zu befallen, bald sich mehr oder weniger ausdehnt und nur die Muskeln der oberflächlichen Lagen oder diejenigen der tiefen Lagen zerstört, jene Krankheit, sage ich, war wie keine andere geeignet, die Elektrophysiologie der Muskeln durch die Controle der klinischen Beobachtung aufzuhellen. Sie bot mir in der That Exemplare von anatomischen Präparaten, die, so zu sagen, aus allen Stücken bestanden. Nur durch sie wurden nach der Zerstörung der Muskeln der oberflächlichen Lagen diejenigen der tiefen Lagen subcutan und der localen Faradisation zugänglich; und da ferner bei dieser Affection die intacten Muskeln ihre willkürlichen Bewegungen bewahren, war es mir leicht, die Störungen zu analysiren, die durch den Wegfall der atrophirten Muskeln in der Muskelsynergie herbeigeführt wurden.

Andere locale Lähmungen, so die traumatischen Lähmungen der Nerven und besonders die atrophische fettige Lähmung der Kindheit haben mir ebenfalls ein grosses Feld von Beobachtungen für meine physiologischen Forschungen geboten,

Alles in Allem ist es mir mit Hilfe dieser klinischen Thatsachen, die an allen Körpergegenden und unter den verschiedensten Formen beobachtet wurden, möglich gewesen, seit 1851 mehrere Reihen von elektrophysiologischen Untersuchungen über die Functionen der Muskeln, die die Hand, die Schulter, das Bein, den Fuss, das Zwerchfell, und das Gesicht bewegen, zu publiciren. Die klinischen Beobachtungen ermöglichten es mir auch diese Arbeiten fortzusetzen, sie hier bereichert und bestätigt durch neue Thatsachen wieder mitzutheilen und die elektrophysiologischen Untersuchungen, die mir noch an den Muskeln anderer Regionen übrig blieben, zu einem guten Ende zu führen.

Man weiss, dass die Stellung der Glieder unter der fast ausschliesslichen Abhängigkeit der tonischen Kräfte der sie bewegenden

Muskeln steht. Man kann sich die Muskeln, die ein Gelenk oder einen beweglichen Knochen umgeben, als eben so viele Sprungfedern vorstellen, die während der Muskelruhe das Glied in seiner normalen Stellung erhalten. Lässt eine dieser Sprungfedern nach, so wird das Gleichgewicht dieser tonischen Muskelkräfte gebrochen und das Glied steht unter einem continuirlichen Zuge nach fehlerhaften Richtungen. Daraus resultiren Entstellungen, die mit der Zeit zunehmen und Verunstaltungen der Gelenke und der Knochen erzeugen.

Diese ganz besondere Function der Muskeln, die man bisher zu sehr vernachlässigt, wenn nicht verkannt hat, habe ich mit der grössten Sorgfalt studirt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind für die Physiologie von grösstem Interesse; ohne ihre genaue Kenntniss ist es unmöglich, den Mechanismus gewisser Entstellungen oder Verunstaltungen zu erklären, ihre exacte Diagnose zu stellen und folglich ihnen eine rationelle Behandlung besonders durch die locale Elektrisation entgegenzusetzen.

Die kurzen Erwägungen, in die ich eingetreten bin, rechtfertigen vollkommen den Titel dieses Buches; sie lassen die Wichtigkeit desselben erkennen. Ich brauche wohl nicht zu sagen, dass ein Buch, worin die Physiologie der willkürlichen Bewegungen auf die elektromuskuläre Untersuchungsmethode und auf die klinische Beobachtung basirt ist, unstreitig ein nützliches Buch ist. Es behandelt speciell nur physiologische Thatsachen, die entweder neu oder unvollständig beschrieben oder im Widerspruch mit denjenigen sind, die im Unterricht und in der Wissenschaft coursiren; wie man sehen wird, giebt es wenige Muskeln des animalen Lebens, auf welche meine Untersuchungen nicht ein neues Licht geworfen hätten.

Ich glaube sogar nicht zuviel zu sagen, wenn ich behaupte, dass dieses Buch nothwendig geworden ist. In der That haben bis zu diesem Tage die Physiologen in ihren Specialabhandlungen diese Art und Weise der Physiologie der Bewegungen vernachlässigt, als ob nicht beispielsweise das eingehende Studium des Mechanismus der Handbewegungen für den Gebrauch derselben, ferner der Mechanismus der Fussbewegungen beim Gange, beim Laufen etc. ebenso

nützlich wäre, wie das Studium des Stimmmechanismus, welchem sie lange Betrachtungen gewidmet haben!

Endlich bietet dieses Buch auch einen praktischen Nutzen, weil die darin beschriebenen elektromuskulären Versuche die objectiven oder sichtbaren Zeichen der Contracturen nachweisen; weil man ohne die Kenntniss der physiologischen Principien, die es lehrt, weder die exacte Diagnose der so zahlreichen partiellen Lähmungen oder Atrophien machen, noch den Mechanismus der functionellen Störungen, die daraus hervorgehen, und die Entstellungen, die ihre Folge sind, verstehen kann; weil endlich die Kenntniss dieses Mechanismus zur rationellen Behandlung solcher Lähmungen, Atrophien und Entstellungen mit Hilfe specieller localer peripherischer Reize, der Gymnastik und des physiologischen Stützapparates verhilft.

Die Thatsachen, die den in diesem Buche niedergelegten Untersuchungen zu Grunde liegen, sind meist der Controle des Experimentes und der klinischen Beobachtung öffentlich in unseren ersten Hospitälern und unter den Augen der Abtheilungsärzte, die mich so sehr in meinen Untersuchungen gefördert haben und die Zierden der Wissenschaft und des Unterrichts sind, unterworfen worden. Diese Thatsachen sind also authentisch und unbestreitbar. Trotzdem wage ich mir nicht zu schmeicheln, dass ich sie immer richtig gedeutet habe, wenn ich auch nichts ohne tiefe Ueberzeugung geschrieben habe. Wenn ich daher manche Irrthümer und Unterlassungen begangen haben sollte, so hoffe ich von meinen Lesern, dass sie sie mir wegen der Schwierigkeit der Arbeit zu gute halten werden.

Als ich im Jahre 1855 einige elektrophysiologische und klinische Beobachtungen über die Bewegungen zu publiciren hatte, schrieb ich: „Meine Aufgabe ist weit davon entfernt, gelöst zu sein, denn sehr viele Muskelfunctionen bleiben mir noch zu studiren. Ich könnte zwar schon jetzt die besonderen Wirkungen fast aller Muskeln nach dem directen Experiment angeben; ich werde mich aber wohl hüten, denn — ich kann es nicht zu oft wiederholen — der elektrophysiologische Versuch allein kann bezüglich ihrer Functionen nichts lehren; es bedarf dazu der Mitwirkung der klinischen Beobachtung. Man begreift, wie viel Zeit und Mühe ich noch brauchen werde, um

klinische Thatsachen dieser Art in genügend grosser Zahl und Vollständigkeit, um alle diese physiologischen Fragen entscheidend zu lösen, zu sammeln: Wird mein Leben dazu ausreichen? Ich hoffe es mit Hilfe Gottes und meiner Kollegen". *)

Ich wäre glücklich, jetzt nach 10 Jahren fortgesetzter Untersuchungen sagen zu können, dass meine Aufgabe gelöst ist.

Dieses Buch ist in vier Theile getheilt. Die beiden ersten Theile, dem Studium der Bewegungen des Brust- und Beckengliedes gewidmet, handeln von der Einzelthätigkeit und den Verrichtungen der Muskeln, welche bewegen: 1) die Schultern, 2) den Arm, 3) den Vorderarm, 4) die Hand, die Finger, den Daumen, 5) den Oberschenkel, 6) den Unterschenkel, den Fuss und die Zehen.

Der dritte Theil handelt von den Bewegungen der Athmung und der Kopfwirbelsäule. Hier endet das Studium der Muskelthätigkeit zum Zwecke der Locomotion; hier sollte auch das Buch enden. Jedoch meine Verleger, die Herren J. B. Baillère, glaubten, dass es von Interesse wäre, zu dieser Studie meine Experimentaluntersuchungen über die Physiologie der Gesichtsmuskeln hinzuzufügen und in einem vierten Theile die hauptsächlichen allgemeinen Thatsachen, die daraus hervorgehen, darzulegen; ich habe geglaubt, dass es nicht unnütz wäre, dem Praktiker eine Analyse dieser Untersuchungen darzubieten, welche abgesehen von ihrer Verwerthung für die Aesthetik **) auch neue anatomische Thatsachen zum Vorschein brachten und auf die Diagnose und die rationelle Behandlung der partiellen Lähmungen und Contracturen der Gesichtsmuskeln eine Anwendung finden.

Paris, 31. December 1866.

*) De l'électrisation localisée, 1 èdit. 1855.

**) S. das Werk „Mecanisme de la physionomie humaine". Paris 1862.

Physiologie der Bewegungen

auf Grund der elektromuskulären Versuchsmethode und der klinischen Beobachtung dargestellt.

Erster Theil.

Bewegungen des Brustgliedes.

Dieser erste Theil umfasst meine elektrophysiologischen und klinischen Studien über die Einzelthätigkeit und die Verrichtungen derjenigen Muskeln, welche:

1) die Schulter gegen den Rumpf,

2) den Oberarm gegen die Schulter,

3) den Unterarm gegen den Oberarm und die beiden Knochen des Unterarms in Pronation und Supination,

4) die Hand gegen den Unterarm, die Finger gegen ihre Mittelhandknochen, den Daumen und den ersten Mittelhandknochen bewegen.

Jeder dieser Untersuchungen ist ein Capitel gewidmet. Darauf folgen anatomische und historische Bemerkungen über die Muskeln der Hand.

Erstes Capitel.

Einzelthätigkeit und Verrichtungen der Muskeln, die die Schulter gegen den Rumpf bewegen.

Erster Artikel.

Trapezius.

(Respiratorische, elevatorische und adductorische Portion).

§ 1. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

I. Die Clavicularportion oder respiratorische Portion des Trapezius, welche sich von dem äusseren Drittel des Schlüsselbeins zur Linea arcuata superior des Hinterhauptbeins begiebt, neigt unter dem Einfluss der electrischen Erregung den Kopf stark nach der gereizten Seite und etwas nach rückwärts, zugleich ertheilt sie ihm eine Drehbewegung, wodurch das Kinn nach der entgegengesetzten Seite gedreht wird. Erst wenn die Neigung des Kopfes ihr Maximum erreicht hat, erfolgt eine Hebung der Clavicula und in Folge davon des Schulterstumpfes.

Damit die Contraction dieser Clavicularportion einzig auf den Schulterstumpf wirke, ist es unbedingt nothwendig, dass diejenigen Muskeln, welche der Seitwärtsneigung und Drehung des Kopfes entgegen wirken, sich energisch zusammenziehen; und doch neigt sich der Kopf während der elektrischen Contraction dieser Clavicularportion noch leicht auf die Seite. Wenn alsdann das Individuum, an dem man experimentirt, seinen Kopf fest fixirt, so tritt zwar die Erhebung der Schulter eher ein, es ist aber trotz aller Anstrengung nicht im Stande, eine leichte Neigung des Kopfes zu verhindern.

Das Maximum der Erhebung des Schulterstumpfes durch Contraction der Clavicularportion bleibt ungefähr um zwei Drittel hinter der Erhebung zurück, welche durch die Contraction der mittleren Portion desselben Muskels bewirkt wird.

Die gleichzeitige Contraction beider Clavicularportionen beugt den Kopf gerade nach hinten.

Die vorstehenden Versuche beweisen, dass die gleichzeitige Contraction beider Clavicularportionen hauptsächlich auf den Kopf wirkt, der jederseits nach hinten geführt wird, während die Schulter nur sehr schwach gehoben wird.

II. Die Bündel der mittleren Portion des Trapezius, die sich auswärts vom Acromion und an der äusseren Hälfte der Spina scapulae anheften, bewirken eine doppelte Bewegung: 1) eine Erhebung des Acromion*), wodurch sich der untere Winkel des Schulterblatts von der Mittellinie entfernt; 2) eine Bewegung des Schulterblattes en masse. Diese letztere Bewegung zeigt sich nach der ersteren, und zwar scheint es mir dabei, als ob die totale Erhebung der Schulter durch Contraction der mittleren Portion des Trapezius zur Hälfte auf die Erhebung des Acromion, zur Hälfte auf die directe oder Erhebung en masse der Scapula komme. Diese Bündel der mittleren Portion des Trapezius erheben das Acromion um so mehr, je näher sie den Muskelbündeln liegen, die sich an letzterem inseriren.

III. Die Bündel der mittleren Portion des Trapezius, die sich an der innern Hälfte der Spina scapulae anheften (adductorische Portion), heben den äusseren Winkel des Schulterblattes nur sehr wenig, dafür nähern sie aber die Scapula kräftig der Mittellinie. — Dieselbe Bewegung habe ich vollkommen deutlich an Kranken beobachtet, deren Trapezius sehr entwickelt, dabei aber vollkommen gelähmt war. Setzte man die Electroden auf diese Bündel, so machte das Schulterblatt zuerst eine leichte Wendung um seinen innern Winkel von unten nach oben, dann trat ein Stillstand ein, und darauf folgte eine Massenbewegung der Scapula von aussen nach innen. Während dieser letzteren Bewegung begiebt sich der äussere Winkel von vorn nach hinten und die Schulterwölbung flacht sich in Folge dessen ab.

IV. Richtet man die elektrische Wirkung auf diejenigen Bündel, die sich an den spinalen Rand des Schulterblattes ansetzen und die untere Portion des Trapezius ausmachen, so senkt sich der innere Winkel der Scapula um ein bis zwei Centimeter, darauf bei einem stärkeren Contractionsgrade nähert sich der mediale Rand dieses Knochens um drei bis vier cm. der Mittelebene. Die letztere Bewegung wird von einer Bewegung des

---

*) Es ist selbstverständlich, dass das Acromion oder der untere Winkel des Schulterblatts nicht erhoben oder gesenkt, nach vorn oder rückwärts gebracht werden kann, ohne dass das äussere Ende der Clavicula in demselben Sinne mitgezogen und folglich die Richtung dieses letzteren Knochens dadurch verändert wird.

Schulterstumpfes in schiefer Richtung begleitet, welche von vorn nach hinten drei bis vier cm. und von unten nach oben ein bis zwei cm. beträgt.

V. Wenn man sich mehrerer Apparate von gleicher Stärke oder mehrerer Ströme, die von einem Apparate abgeleitet werden, bedient, und die Electroden auf sämmtliche Portionen des Trapezius ansetzt, so führt die Scapula gleichzeitig alle beschriebenen Bewegungen aus, d. h. das Schulterblatt erhebt sich mit einer Bewegung, die sich aus einer Drehung um seinen innern Winkel und einer Erhebung en masse zusammensetzt, während der mediale Rand der Scapula der Mittellinie genähert wird und die Schulterwölbung sich von vorn nach hinten und von aussen nach innen abflacht; endlich wird der Kopf dabei zurückgeworfen und nach der entgegengesetzten Seite gedreht.

B. Bemerkungen.

1. Ich kenne keine erregbareren Muskelbündel als die, welche die Clavicularportion des Trapezius zusammensetzen. Dies geht so weit, dass ein electrischer Strom, der die mittlere und untere Portion dieses selben Muskels kaum zur Contraction veranlassen würde, schon energische Contractionen in den Bündeln der Clavicularportion hervorruft.

Diese grosse Erregbarkeit der Clavicularportion beruht wahrscheinlich auf dem äusseren Aste des Nervus accessorius (nervus respiratorius von Bell), der sich bekanntlich grossen Theils in dieser Muskelportion verästelt. Man kann sich davon überzeugen, wenn man die Electrode an dem Punkte ansetzt, wo dieser Nerv den Scheitel des Supraclaviculardreieckes passirt. Man sieht dann nämlich, dass sich die von diesen Nerven belebten Muskeln (der Sternocleido-mastoideus und die Clavicularportion des Trapezius) bei der leichtesten electrischen Reizung lebhaft contrahiren. Die reiche Innervation und die specielle Wirkung der Clavicularportion wird mit diesem elektrophysiologischen Versuche demonstrirt.

Bekanntlich wird diese Muskelportion ausserdem von Nervenverzweigungen belebt, die vom Plexus cervicalis an sie gelangen. Die pathologischen Fälle, die ich im Laufe dieser Arbeit bald zu berichten haben werde, werden sich dadurch erklären, dass dieses Bündel aus einer solchen doppelten Quelle seine Nervenkraft bezieht, wenigstens hoffe ich dies darzuthun.

2. Die Clavicularportion des Trapezius scheint speciell bei der Respiration betheiligt zu sein. Bei mehreren Individuen mit Lungenemphysem, die mit grosser Anstrengung athmeten, habe ich constatirt, dass die Clavicularportion fast immer die einzige Abtheilung des Trapezius war, die in Thätigkeit trat. Dieselbe Erscheinung beobachtete ich bei einer grossen Zahl von anderen Individuen, die ich lange und starke Inspirationen machen liess.

Wenn sie dann die Schultern erhoben, ohne sich dabei anzustrengen, so sah man die mittlere Portion des Trapezius allein in Contraction treten; wenn ich dann während dieser willkürlichen Erhebung der Schulter eine Electrode auf die Clavicularportion setzte, war es mir leicht festzustellen, dass diese letztere, sobald sie künstlich zur Contraction gebracht wurde, nur die Haut aufhob. Bei den grossen Anstrengungen treten selbstverständich alle Portionen dieses Muskels in Action.

3. Dieses Experiment zeigt auch, dass die äussere Hälfte der mittleren Portion des Trapezius ganz besonders zur Erhebung der Schulter bestimmt ist. Man erinnere sich übrigens, dass dieser Theil der mittleren Portion den Schulterstumpf viel stärker erhebt als die Clavicularportion, wie ich experimentell dargethan habe. Diese Thatsache wird in der Pathologie ihre Bestätigung finden.

4. Unter den verschiedenen Verrichtungen des Trapezius kommen zwei hauptsächlich der mittleren Portion zu: erstens diejenige, welche darin besteht, den Schulterstumpf durch seine tonische Kraft in normaler Höhe zu erhalten; zweitens diejenige, welche den Zweck hat, zur vertikalen Erhebung des Armes beizutragen. Den Beweis dafür werden wir beim Studium der Deltoïdeuswirkung finden.

Indem ferner die mittlere Portion die Schulter direct erhebt, vermittelt sie den Ausdruck der Geringschätzung.

5. Es ist endlich gezeigt worden, dass gewisse Bündel der mittleren Portion des Trapezius (diejenigen, die sich an die innere Hälfte der Spina scapulae ansetzen, ebenso die, die seine untere Portion zusammensetzen) den medialen Rand der Scapula energisch der Mittellinie annähern. Für die Stellung des Schulterblattes sind diese Bündel von grosser Wichtigkeit, wie noch deutlicher aus der klinischen Beobachtung hervorgehen wird.

§ II. Pathologische Physiologie.

Die progressive Muskelatrophie befällt den Trapezius gewöhnlich in der Richtung von unten nach oben. Die untere Portion

schwindet zuerst und dann die anderen, wenn die Krankheit nicht etwa vorher zum Stillstand kommt; die Clavicularportion wird, wenn an ihr die Reihe ist, ebenfalls ergriffen, aber ich habe sie durch die progressive Muskelatrophie selten ganz zerstört gesehen.

Beim Studium der pathologischen Physiologie der verschiedenen Portionen des Trapezius werde ich dieselbe Reihenfolge einhalten, ich beginne also mit seinem untern Drittel.

A. Störungen in der Schulterhaltung in Folge der Atrophie des Trapezius.

6. Im Normalzustande und bei einem Erwachsenen, der die oberen Extremitäten natürlich zu jeder Seite des Rumpfes fallen lässt, ist bekanntlich der mediale Rand der Scapula der Wirbelsäule ungefähr parallel und im Allgemeinen fünf bis sechs cm. von der Mittellinie entfernt.

Es ist ferner bekannt — und die electrophysiologische Versuchsweise hat es bestätigt — dass die Contraction der unteren Portion des Trapezius und der Muskelbündel, die sich an der inneren Hälfte der Spina scapulae und am Acromion inseriren, den medialen Rand dieses Knochens der Mittellinie annähert.

Die locale Faradisation hat gezeigt, dass diese Bewegung von aussen nach innen im Maximum zwei bis drei cm. beträgt. Was aber unbekannt ist und was man selbst durch die electrophysiologische Versuchsweise nicht kennen lernen konnte, ist, dass wenn diese Bündel des Trapezius atrophirt sind, die Scapula sich in dem Masse, als die Atrophie vorgeschritten ist, von der Mittellinie entfernt und zwar trotz der Integrität der andern Portionen dieses Muskels, trotz der Erhaltung des Rhomboïdeus und des Levator anguli scapulae. Diese Entfernung von der Medianebene geht bis auf zehn oder zwölf cm., wenn die Atrophie der genannten Bündel vollständig ist. Gleichzeitig rückt der Schulterstumpf nach vorn. Durch diese Stellung des Schulterblatts wird der Rücken in transversaler Richtung abgerundet und die Brust vorn ausgehöhlt.

Diese Thatsachen werden durch die klinische Beobachtung erwiesen, ein Beispiel davon ist in Fig. 1 dargestellt:

Das Individuum, von dem diese Zeichnung entnommen ist, war mit progressiver Muskelatrophie behaftet; es hatte eine grosse Zahl von den die Hand bewegenden Muskeln, ferner das untere Drittel und die innere Hälfte der mittleren Portion seiner Trapezii verloren (diese Diagnose war nach der elektrischen Untersuchung gestellt worden). In Muskelruhe und bei zur Seite des Rumpfes herabhängenden Armen, wie es die Abbildung zeigt, waren die medialen

Ränder seiner Schulterblätter um zehn cm. von der Mittellinie entfernt; sein Rücken war abgerundet und seine Brust vorn ausgehöhlt.

In anderen analogen Fällen habe ich immer dieselben Erscheinungen beobachtet, d. h. eine beträchtliche Entfernung der Schulter-

Fig. 1. Fig. 2.

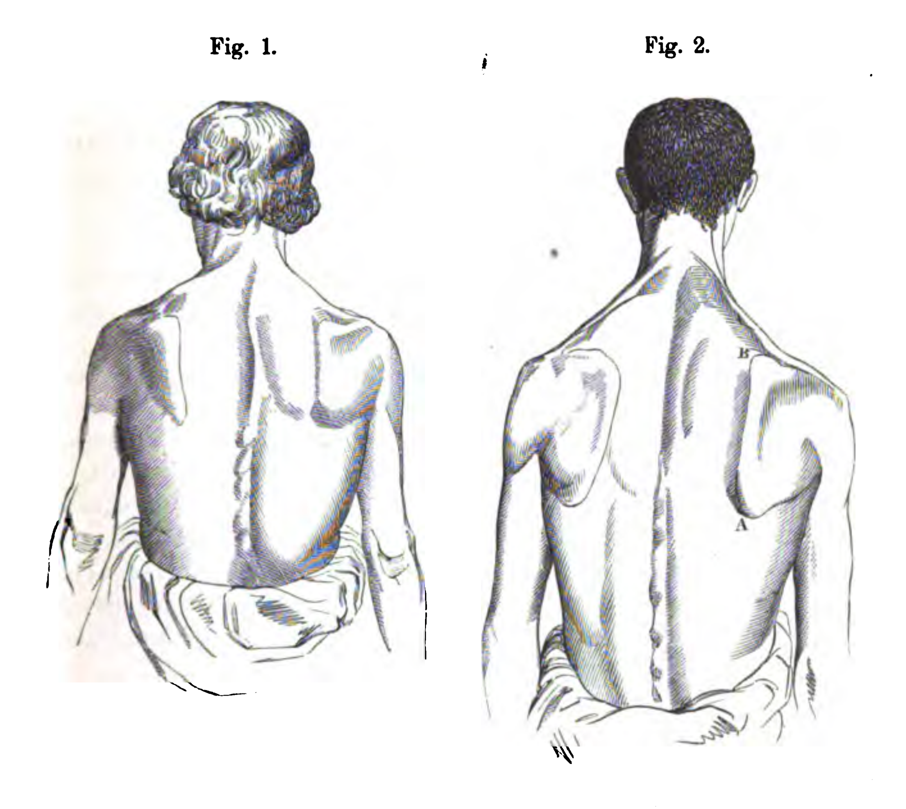


Fig. 1. Fehlerhafte Haltung der Schulterblätter während der Muskelruhe, in Folge von Atrophie des unteren Drittels und der innern Hälfte des Trapezius. Der mediale Rand der Schulterblätter steht viel weiter von der Mittellinie ab, wie im Normalzustande, und der Rücken ist in transversaler Richtung abgerundet.

Fig. 2. Fehlerhafte Haltung des rechten Schulterblattes in Muskelruhe, bedingt durch Atrophie der beiden untern Drittel des rechten Trapezius bei Erhaltung der Acromial- und Clavicularportion dieses Muskels. — Der mediale Rand des Knochens ist von der Mittellinie weiter entfernt als auf der gesunden

blätter und eine Verschiebung der Schulterstümpfe von hinten nach vorn.

Besonders wenn die Atrophie dieser Fasern des Trapezius nur auf einer Seite besteht, wird die fehlerhafte Stellung des Schulterblattes sehr frappant, so in Figur 2.

Bei dem Individuum, das man ebenfalls mit dem Rumpfe entlang hängenden Armen auf der Figur sieht, konnte man bei der elektrischen Untersuchung weder das untere Drittel noch die innere Hälfte der mittleren Portion des rechten Trapezius mehr auffinden. Es war denn auch der mediale Rand der Scapula auf dieser Seite um zehn cm. von der Mittellinie entfernt, während er auf der gesunden Seite nur um sechs cm. abstand. Die rechte Schulter stand ferner tiefer als die linke in Folge der Atrophie der inneren Hälfte der mittleren Portion des Trapezius. Der Serratus anticus magnus war rechts in gleicher Weise atrophirt (was man nach der Stellung seiner Schulterblätter nicht vermuthen sollte). Ich komme auf diesen Fall noch zurück.

7. Wenn zur Atrophie der unteren Portion des Trapezius und der Muskelbündel, die sich an die innere Hälfte der Spina scapulae anheften, die Atrophie derjenigen Portion, die sich an die äussere Hälfte der Spina und an das Acromion anheftet, noch hinzutritt, so sieht man den Schulterstumpf herabsinken und das Schulterblatt so seine Stellung verändern, dass sich sein äusserer Winkel zwei, drei und vier cm. tiefer als sein innerer Winkel befindet. Die Folge davon ist, dass der untere Winkel sich in dem Masse hebt, als der äussere Winkel herabsinkt, dass er sich ferner der Mittellinie nähert und einen Vorsprung unter der Haut bildet.

Figur 3 zeigt die fehlerhafte Haltung der Schultern eines Mannes Namens Bonnard*), dessen Trapezius ganz und gar atrophirt war.

Man bemerkt, dass seine Schulterblätter gleichsam an ihrem innern Winkel *A A* aufgehängt sind. Dieselben stehen höher als ihre äussern Winkel *G G* und von der Mittellinie weiter entfernt,

---

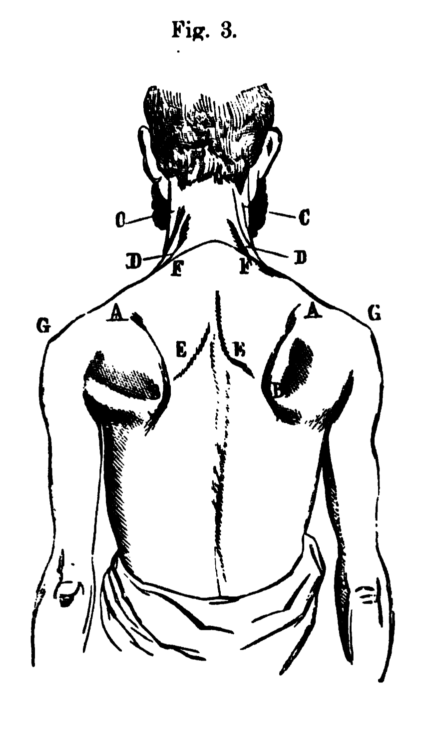
Seite, und die rechte Schulter ist in Folge der Atrophie des mittleren Drittels des Trapezius mehr gesenkt. — Bei diesem Individuum ist in gleicher Weise der Serratus anticus magnus der rechten Seite atrophirt, was man nach der Haltung seines rechten Schulterblattes, wenn seine Arme zur Seite des Rumpfes herabhängen, wie in Fig. 2, nicht vermuthen sollte.

*) Die vollständige Krankengeschichte desselben mit allem Detail ist in meinem Buche De l'électrisation localisée et de son application à la pathologie [illegible] thérapeutique, 1. éd. 1855 p. 818, 2. édit. 1861 p. 535, mitgetheilt. (In [illegible]en Ausgabe vom J. 1872 ist dieselbe nicht enthalten. D. Uebers.)

während die unteren Winkel *B B* der Mittellinie näherstehen als normal. Die Levatores anguli scapulae *D D* sind bei ihm sehr entwickelt; der durch sie bedingte Vorsprung nach aussen, wenn der Patient die Schultern erhebt, ist beträchtlich. Diese selbe Entstellung habe ich an mehreren Kranken noch in weit ausgesprochnerem Grade beobachtet.

Die Drehbewegung des äusseren Winkels *G* und des unteren Winkels des Schulterblattes um seinen innern Winkel ist um so beträchtlicher, je vollständiger die Atrophie des mittleren Drittels und der unteren Portion des Trapezius ist; sie wird noch begünstigt durch die Wirkung des Levator anguli scapulae, welcher Muskel immer einer der letzten ist, die bei dieser Krankheit befallen werden.

Fig. 3.



8. Um den Mechanismus dieser Schulterentstellung gut zu verstehen, kann man das Schulterblatt einem Dreieck vergleichen, das an seinem Scheitel aufgehängt ist. Dieser Scheitel wird von dem innern Winkel *A* vorgestellt, an den sich der Levator anguli scapulae *D* anheftet (Fig. 3). Im vorliegenden Falle zieht das Gewicht der oberen Extremität den äussern Winkel, der nicht mehr von dem mittleren Drittel des Trapezius festgehalten wird, herunter; und eben dadurch steigt der untere Winkel *B*.

Fig. 3. Fehlerhafte Haltung der Schulterblätter während der Muskelruhe, in Folge von vollständiger Atrophie der beiden Trapezii bei intactem Levator anguli scapulae. — Die unteren Winkel *B* der Schulterblätter sind der Mittellinie angenähert, während die innern Winkel *A* entfernter stehen; der mediale Rand der Scapula hat eine schiefe Richtung von unten innen nach oben und aussen. — Der Schulterstumpf ist gesenkt. — Bei diesem Individuum waren die Latissimi dorsi in gleicher Weise atrophirt.

9. Die Erklärung, die ich soeben von dem Mechanismus dieser Deformität gegeben habe, ist so richtig, dass die Erhaltung eines Theils des Acromialbündels des Trapezius genügt, um diese Hebelbewegung des Schulterblattes zu verhindern, besonders wenn der Levator anguli scapulae zur selben Zeit an die Reihe der Atrophie kommt wie die beiden unteren Portionen des Trapezius. Man sieht alsdann die Scapula en masse sich senken, ohne die geringste Hebelbewegung auszuführen.

Dies habe ich in allen analogen Fällen constatirt, u. A. bei dem Individuum, dessen Deformität auf Fig. 2 dargestellt wird. Da der Kranke das mittlere Drittel des rechten Trapezius mit Ausnahme eines erheblichen Theiles seines Acromialbündels verloren hat, so zeigt er auf dieser Seite eine Senkung des äusseren Winkels des Schulterblattes, ohne dass desshalb der untere Winkel *A* der Medianlinie mehr genähert ist als der innere Winkel *B* und ohne dass der mediale Rand eine schiefere Richtung von unten innen nach aussen oben genommen hätte als im Normalzustande.

Dagegen haben bei dem Kranken der Fig. 3, dessen Trapezii auf dieselbe Weise afficirt sind und dessen Schultern gleichfalls gesenkt sind, die unteren Winkel *B* und die äusseren *G* eine Drehbewegung um die inneren Winkel *A* ausgeführt, so dass die unteren Winkel *B* der Medianlinie angenähert und die medialen Ränder schief von innen und unten nach aussen und oben geworden sind.

Man wird in der Folge sehen, dass die Hebelbewegung des Schulterblattes um seinen innern Winkel noch weiter gesteigert ist, wenn zur Atrophie der beiden unteren Drittel des Trapezius, die daran Schuld ist, diejenige des Serratus anticus magnus hinzukommt.

10. Die Clavicularportion des Trapezius und die untere Portion des Serratus anticus magnus, welche mit den Bündeln zusammen wirken, die sich an das Acromion und an die äussere Hälfte der Spina scapulae anheften und den Schulterstumpf erheben, sollten allem Anschein nach dieser Hebelbewegung des Schulterblattes und Herabziehung der Schulter entgegenwirken; indessen beweist die pathologische Beobachtung, dass dies nicht der Fall ist.

Vielmehr können die Clavicularportionen des Trapezius, des Rhomboïdeus, des Levator anguli scapulae und des Serratus anticus magnus erhalten, sie können selbst sehr entwickelt sein und dennoch haben die Kranken unter dieser Senkung der Schulterblätter sehr zu leiden, weil dieselben nun keinen genügend festen Stützpunkt für ihre Arme [illegible]



11. Die Ursachen, welche die Senkung der Schulter und des Schulterblattes durch Atrophie der mittleren Portion des Trapezius bedingen, sind: das Gewicht der oberen Extremität und die tonische Kraft der Pectorales und des Latissimus dorsi. Aber schon das Gewicht der oberen Extremität reicht hin, um diese fehlerhafte Stellung der Schulter zu verursachen, wie ich bei mehreren Kranken constatirt habe, die die Pectorales und die Latissimi dorsi verloren hatten und deren Schultern sich in Folge der Atrophie des mittleren Drittels der Trapezii gesenkt hatten. Der in Fig. 3 und 4 dargestellte Fall Bonnard ist ein bemerkenswerthes Beispiel davon.

12. Wenn sich in Folge der Atrophie des untern Drittels und eines Theils des mittleren Drittels der Trapezii die beiden Schulterblätter von der Mittellinie entfernen, so nimmt der Querdurchmesser von einer Schulter zur andern zu und der Rücken rundet sich (s. Fig. 1 und 3), während die vordere Ansicht der Brust sich aushöhlt und die Schlüsselbeine stärker hervorspringen (siehe Fig. 4).

Fig. 4.



Die Bewegung der Schulterblätter nach vorn und aussen, welche die transversale Wölbung des Rückens und die Einsenkung der Brust in diesem Falle bedingt, geschieht zweifellos hauptsächlich durch die überwiegende tonische Wirkung des Serratus anticus magnus und der Pectorales.

Ich möchte jedoch nach den schon angeführten klinischen Thatsachen und besonders

Fig. 4. Senkung des Schulterstumpfes jeder Seite und Concavität der vorderen Brustfläche nach vollständiger Atrophie der Trapezii. — Das in dieser Figur dargestellte Individuum hatte ausserdem, wie man sehen kann, die Pectorales und die Flexoren des Vorderarms verloren.

nach dem Falle Bonnard, dessen Pectorales ganz verschwunden waren, annehmen (s. Fig. 4), dass die Schultern, unabhängig von der Muskelwirkung, unter dem Gewicht der oberen Extremität die natürliche Tendenz haben, eine solche Stellung einzunehmen.

13. Weiter oben wurde gezeigt, dass die Clavicularportion des Trapezius für sich allein nicht im Stande ist, durch ihre tonische Kraft den Schulterstumpf in seiner normalen Höhe zu erhalten. Vielleicht hängt dies damit zusammen, dass dieser Muskelbauch nur eine geringe erhebende Wirkung auf den Schulterstumpf hat, wie ich durch meine elektrophysiologischen Versuche bewiesen habe.

Ich habe die vollständige Atrophie der Clavicularportion und der mittleren Portion des Trapezius beobachtet, und dennoch nicht bemerkt, dass die Schulter tiefer stand, als wenn die Atrophie nur die mittlere Portion dieses Muskels zerstört hatte.

B. Störungen in den willkürlichen Bewegungen der Schulter.

14. Die Kranken, die die untere Portion der Trapezii verloren haben, sind, wie in der Folge dargethan werden wird, noch im Stande, mittelst der oberen Bündel der Latissimi dorsi die Schultern abzuflachen.

Wenn sie aber die Schulterblätter kräftig einander nähern wollen, so zieht sofort der Rhomboïdeus das Schulterblatt, das nicht mehr durch die untere Portion des Trapezius zurückgehalten wird, in die Richtung der ihm eigenen Muskelwirkung, d. h. er bewirkt eine Drehung dieses Knochens um seinen äusseren Winkel und hebt ihn gleichzeitig in Totalität mit der oberen Extremität.

Diese pathologische Erscheinung tritt dann deutlicher hervor, wenn das Individuum nur von einem seiner Trapezii die untere Portion eingebüsst hat.

Wenn man z. B. dem auf Fig. 2 dargestellten Individuum, dessen Trapezius, wie man sich erinnert, nur auf der rechten Seite atrophisch ist, aufträgt, die Schultern lebhaft und kräftig zusammenzuziehen, so sieht man sein rechtes Schulterblatt ausschliesslich der Wirkung des Rhomboïdeus folgen und die Stellung einnehmen, die dieser Muskel ihm zu verleihen fähig ist, während das Schulterblatt durch die combinirten Muskelwirkungen des Rhomboïdeus, des Trapezius und der oberen Portion des Latissimus dorsi auf der gesunden Seite eine normale Bewegung macht und der Medianlinie näher rückt (s. Fig. 5).

15. Die Kranken, welche diejenigen Muskelbündel des Trapezius, die sich an das Acromion und an die äussere Hälfte der Spina scapulae anheften und das Schulterblatt der Mittellinie nähern, verloren haben, klagen nur über eine geringe Schwäche, wenn sie die Arme vom Rumpfe entfernen. Man könnte vielleicht diese Abnahme an Kraft der Erschlaffung der Muskelbündel des verkürzten Serratus anticus magnus zuschreiben, welcher, wie man später sehen wird, bei der Erhebung des Armes mächtig mitwirkt. Eine solche Erschlaffung ist in Folge der starken Verschiebung des medialen Randes des Schulterblattes von innen und hinten nach aussen und vorn nach Zerstörung der unteren Portion des Trapezius und der Bündel, die sich an die innere Hälfte der Spina scapulae anheften, regelmässig zu beobachten.

Fig. 5.



16. Wenn aber die mittlere Portion und die untere Portion des Trapezius zugleich von der Atrophie betroffen sind, so scheint die Schulter sich vom Brustkorb loszulösen und bietet dem Humerus keinen genügend festen Stützpunkt mehr.

Dem entsprechend bedingt diese Atrophie der beiden unteren Portionen des Trapezius eine Zerrung der Bänder, die die Schulter an den Rumpf heften, so dass die Kranken eine grosse Müdigkeit

Fig. 5. Bewegung der Schultern in entgegengesetztem Sinne bei einem Individuum, das die beiden unteren Drittel des rechten Trapezius verloren hat und versucht, seine Schulterblätter der Mittellinie anzunähern. Die rechte Scapula folgt dem Rhomboïdeus und tritt in die Höhe, da sie der Wirkung ihres Trapezius verlustig gegangen ist, während die linke Scapula durch die combinirte Muskelwirkung des Rhomboïdeus und der unteren Hälfte des Trapezius ihre natürliche Bewegung ausführt.

und selbst Schmerzen empfinden und genöthigt sind, ein Verbandmittel anzuwenden, um die Schulter dem Gewicht der oberen Extremität zu entziehen. Die Kranken nahmen dann oft bei Tage die horizontale Lage ein, um ihre Schultern zu entlasten, deren Gelenk ohne diese Ruhe schmerzhaft werden würde.

17. Gewisse Bewegungen des Armes gechehen dann nur schwierig, weil die Mitwirkung der mittleren Bündel des Trapezius, die besonders bei Arbeiten, die viel Muskelkraft erfordern, nothwendig ist, dabei wegfällt. In der elektrophysiologischen und pathologischen Stndie über den Deltoïdeus komme ich noch auf diesen Gegenstand zurück, wenn ich den Mechanismus der physiologischen Erhebung des Armes auseinandersetzen werde.

18. Die Erhaltung der Clavicularportion gestattet zwar noch, wenn die anderen Erhebungsmuskeln des Schulterblattes nicht mehr existiren, dem Kranken willkürlich die Schulter zu erheben, aber mit Mühe und zu einer viel geringeren Höhe.

Wenn man ein Individuum, das nur noch die Clavicularportion des Trapezius hat, tief athmen lässt, so sieht man die Schulter auf der kranken Seite sich eben so gut erheben, als auf der gesunden.

19. Die Clavicularportion des Trapezius ist das *ultimum moriens* des Muskels. Von etwa zwanzig mehr oder weniger vorgeschrittenen Fällen von Atrophie des Trapezius, die ich beobachtet habe, habe ich in der That nur dreimal gesehen, dass die Clavicularportion durch die Krankheit zerstört wurde.

Diese Widerstandsfähigkeit gegen den destructiven Prozess der progressiven Muskelatrophie verdankt diese Muskelportion ohne Zweifel ihrer reichen Innervation. Ich habe schon daran erinnert, dass die Clavicularportion nicht nur von dem Nervus trapezius, der aus dem Plexus cervicalis stammt, Nervenfäden bezieht, sondern dass sich auch der Ast, der vom Accessorius an ihn gelangt, fast vollständig in seinem Gewebe verliert.

Der Beweis dafür, dass die Clavicularportion des Trapezius eine ganz besondere Funktion beim Respirationsact hat, liegt darin, dass, sobald sie zum Schwunde kommt, die Schulter sich beim tiefen Einathmen nicht mehr hebt, trotzdem die anderen Abtheilungen des Trapezius erhalten sind.

Zweiter Artikel.

Rhomboïdeus.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

I. Wenn die Elektroden an den obersten Bündeln des Rhomboïdeus angesetzt werden, so führt die Scapula eine schiefe Bewegung en masse von unten aussen nach oben innen aus.

II. Wenn man die Elektroden von oben nach unten über alle Bündel des Rhomboïdeus wandern lässt, so sieht man das Schulterblatt, während es der eben beschriebenen Bewegung folgt, um seinen äusseren Winkel rotiren, so dass der untere Winkel in die Höhe steigt und sich der Mittellinie nähert. Diese Rotationsbewegung der Scapula ist um so grösser, je tiefer die Lage der Muskelbündel, durch die sie hervorgerufen wird.

III. Bringt man zugleich alle Muskelbündel des Rhomboïdeus zur Contraction, so dreht sich die Scapula um ihren äusseren Winkel, welcher zunächst festbleibt, darauf wird sie in einem zweiten Zeitabschnitt en masse gerade nach oben gezogen. Befindet sich der Muskel im Contractionsmaximum, so constatirt man folgendes: 1) der innere Winkel der Scapula ist im Durchschnitt um 1—2 cm und das Acromion um 1—1½ cm. erhoben; 2) der mediale Rand der Scapula hat eine schiefe Richtung von oben und aussen nach unten und innen angenommen, so dass ihr innerer Winkel von der Mittellinie weiter entfernt ist, während ihr unterer Winkel derselben viel näher steht.

IV. Die Contraction des Rhomboïdeus zieht nicht, wie die des Trapezius, den Schulterstumpf von vorn nach rückwärts.

V. Wird der Arm in die verticale Erhebung gebracht, und man bringt den Rhomboïdeus zur Constraction, so senkt sich der Arm um so stärker, je mehr der untere Winkel des Schulterblattes sich erhebt und der Mittellinie nähert. Der Arm kann auf diese Weise bis unter die horizontale Richtung gesenkt werden.

B. Bemerkungen.

20. Ueber den Umfang und die Energie der Bewegungen, welche der Rhomboïdeus dem Schulterblatt ertheilt, kann man besonders dann urtheilen, wenn der Rhomboïdeus durch Senkung des Schulterblattes und Entfernung seines medialen Randes eine starke

Verlängerung erfahren hat. Eine solche Verlängerung tritt bekanntlich ein, wenn der Trapezius zerstört ist.

Ich habe dieses Experiment wiederholt in dem grossen Auditorium der Ecole de médecine bei einer physiologischen Vorlesung des Professor Ph. Bérard an einem Individuum angestellt, das die erwähnten Bedingungen darbot. Bei diesem Kranken drehten sich während der energischen Contraction der Rhomboïdei die Schulterblätter so stark um die Anguli externi, dass die unteren Winkel beider Knochen fast bis zur Höhe der äusseren Winkel erhoben wurden.

21. Die Physiologen wiesen dem Rhomboïdeus eine grosse Mitwirkung bei den Bewegungen zu, durch die das Schulterblatt der Mittellinie genähert wird; das elektromuskuläre Experiment hat mir aber gezeigt, dass er an dieser Bewegung nur schwach und dies auch nur durch einige seiner Muskelbündel betheiligt ist.

22. Da alle Bündel des Rhomboïdeus von innen oben nach unten aussen gerichtet sind, so scheint es zuerst, dass die Contraction dieses Muskels die schiefe Erhebung des Schulterblatts nach innen und oben zum Resultat haben müsste, ohne dass der Parallelismus des inneren Randes des Schulterblattes mit der Wirbelsäule geändert wird. Da es sich nun aber anders verhält, so entsteht die Frage, was der Grund davon ist?

Bis zu einem gewissen Punkt könnte man das Vorwiegen der Rhomboïdeuswirkung auf den untern Winkel der Scapula durch die weit beträchtlichere Entwickelung seiner untern Hälfte erklären. Aber angenommen, alle Fasern dieses Muskels wirkten mit gleicher Kraft, so wird dennoch das Schulterblatt um seinen äusseren Winkel rotiren müssen; denn der Widerstand seines innern Randes gegen die Wirkung der Rhomboïdeusfasern bleibt sich nicht auf allen Punkten seiner Höhe gleich. Er muss im Gegentheil um so geringer sein, je näher man dem untern Winkel kommt, weil das Gewicht der obern Extremität den äussern Winkel fixirt; das bedarf keines besonderen Beweises. Das Schulterblatt hat demzufolge eine grosse Tendenz, durch die Action des Rhomboïdeus sich um einen seiner Winkel (den angulus externus) wie um eine Axe zu drehen.

23. Da aber diese Rotationsbewegung wegen des tonischen Widerstandes ihres Hauptantagonisten, des Serratus anticus magnus gewöhnlich eine gewisse Grenze hat, so erhebt sich das Schulterblatt in gerader Richtung und in seiner ganzen Masse, wenn die Contraction des Rhomboïdeus andauert.

24. Die Drehbewegung des Schulterblattes, die den ersten Zeitabschnitt der Rhomboïdeuswirkung bildet, ist bei weitem nicht immer

so ausgedehnt, wie bei dem Individuum, von dem oben die Rede war. Gewöhnlich beträgt die Erhebung des untern Winkels im ersten Zeitabschnitt nur 2—2½ cm. und darauf folgt in dem zweiten Zeitabschnitt die gerade Erhebung der Schulter.

25. Wenn die Erhebung des Schulterstumpfes ohne Anstrengung geschieht, wie beim Zucken der Schultern zum Ausdruck der Geringschätzung, so vollzieht sie sich hauptsächlich durch Contraction der mittleren Portion des Trapezius: das lässt sich leicht bei denjenigen Individuen constatiren, deren Rhomboïdeus subcutan*) liegt; man fühlt ihn alsdann während einer solchen mühelos erfolgenden Erhebung im Zustande vollständiger Erschlaffung.

Begegnet die Schulter bei dieser Erhebung einem Widerstande, wie z. B. wenn man eine schwere Last auf der Schulter trägt, so sieht man andere synergisch wirkende Muskeln sich kräftig contrahiren; unter diesen letzteren entfaltet der Rhomboïdeus die meiste Kraft.

Es wäre überflüssig, den Mechanismus der combinirten Thätigkeit des Rhomboïdeus und des Trapezius, aus welcher die gerade Erhebung der Schulter resultirt, auseinanderzusetzen, denn man findet diese Details in den meisten Lehrbüchern der Anatomie. Nichtsdestoweniger werde ich im folgenden Paragraphen meine Untersuchung darauf richten, ob es seine Richtigkeit hat, dass man den grössten Antheil an der Ausführung dieser Bewegung dem Serratus anticus magnus zuschreiben müsse. Ferner werde ich auf experimentellem Wege erweisen, dass der Rhomboïdeus ein Inspirationsmuskel ist.

26. Aus einem der oben angeführten Experimente geht hervor, dass der Rhomboïdeus den Arm, wenn dieser in die verticale Erhebung gestellt ist, bis unter die Horizontale zum Sinken bringen kann, dass er ferner im Zustande der Contraction nicht gestattet, dass der Arm bis oberhalb einer Linie, die einen spitzen Winkel mit dem Rumpfe bildet, erhoben wird. Zur Erklärung dieser Erscheinung verweise ich auf die elektrophysiologische Studie über den Deltoïdeus.

§ II. Pathologische Physiologie.

A. Störungen in der Stellung der Schulter.

27. Wenn auch die Zerstörung einiger Bündel der mittleren Portion des Trapezius und derjenigen, die seine untere Portion zu-

*) Nämlich nach Schwund der oberflächlichen Lage der Rückenmuskulatur bei der progressiven Muskelatrophie. Der Uebersetzer.

sammensetzen, genügt, die Scapula nach aussen und vorn zu ziehen, so halte ich mich doch zu dem Schlusse, dass nicht der Rhomboïdeus mit dem Trapezius zusammen wirkt, um den spinalen Rand der Scapula in der normalen Entfernung von der Mittellinie zu halten, nicht unbedingt berechtigt. Doch muss diese Mitwirkung äusserst schwach sein, weil der Rhomboïdeus seine tonische Kraft hauptsächlich darin erschöpft, dem Schulterblatt eine Rotationsbewegung um seinen Angulus externus zu ertheilen.

28. Die tonische Kraft des Rhomboïdeus erfüllt jedoch eine mindestens ebenso wichtige Rolle, wie die der unteren Portion des Trapezius, denn sie trägt mit dazu bei, den spinalen Rand der Scapula fest an die Thoraxwand angedrückt zu halten. Ich habe nämlich noch jedesmal, wenn ich eine Atrophie des Rhomboïdeus constatirte, den spinalen Rand der Scapula sich von den Thoraxwandungen entfernen sehen, und zwar um so weiter, je stärker die Atrophie vorgeschritten war. Daraus folgt begreiflicher Weise, dass der spinale Rand der Scapula einen mehr oder weniger beträchtlichen Vorsprung unter der Haut verursacht, und der zwischen diesem Rande und der Wirbelsäule begriffene Zwischenraum sich einsenkt und eine Art senkrecht verlaufender Rinne bildet.

Wenn die untere Portion des Trapezius und der Rhomboïdeus gleichzeitig atrophisch sind, so höhlt sich die Rinne zwischen dem spinalen Rande und der Wirbelsäule noch weiter aus. Man kann diese Concavität sofort verschwinden lassen, wenn man den Kranken die Arme horizontal nach vorn strecken lässt; denn, wenn sein Serratus anticus magnus intact ist, dreht sich sofort das Schulterblatt so, dass sein unterer Winkel nach aussen und vorn tritt und sein spinaler Rand gegen die seitliche Wand der Thoraxhöhle gepresst wird (den Mechanismus dieser Bewegung werde ich weiter unten erklären, wenn ich zu der pathologischen Studie über den Serratus anticus magnus komme).

29. Der Verlust der tonischen Wirkung des Rhomboïdeus hat endlich noch die Folge einer Verrückung des untern Winkels des Schulterblattes nach aussen und vorn. Diese Verrückung ist das Resultat der überwiegenden tonischen Wirkung des Serratus anticus magnus, der je nach dem Grade der Rhomboïdeusatrophie mehr oder weniger die Scapula um den Angulus internus rotiren lässt.

30. Welches sind nun die tonischen Kräfte, die das Schulterblatt nöthigen, sich um seine verticale Axe zu drehen, so dass sich der mediale Rand dieses Knochens, so bald er nicht mehr durch den Rhomboïdeus fixirt ist, von vorn nach hinten begiebt und der äussere

Winkel desselben Knochens von hinten nach vorn? Die einzige tonische Kraft, auf die man in diesem Falle rekurriren kann, scheint mir diejenige zu sein, welche von dem Pectoralis minor und major ausgeht. Der erstere zieht den äussern Winkel der Scapula schief von oben und hinten nach unten und vorn; der zweite wirkt auf den äussern Winkel der Scapula noch mächtiger als der Pectoralis minor in der Richtung von hinten nach vorn, thut dies aber nur indirect vermittelst des Humerus.

B. Störungen in den willkürlichen Bewegungen der Schulter.

31. In Folge von Atrophie des Rhomboïdeus sind alle diejenigen Bewegungen, bei welchen der mediale Rand des Schulterblattes fest gegen die Brustwand fixirt und kräftig gegen die Mittellinie gezogen werden muss, geschwächt oder aufgehoben.

Man weiss nämlich, dass der Rhomboïdeus und der Serratus anticus magnus, sobald die Wirbelsäule den festen Stützpunkt abgiebt, so zu sagen wie ein einziger Muskel wirken, dessen Fasern nur in verticaler Richtung durch den spinalen Rand des Schulterblattes unterbrochen werden. Unter diesen Umständen bewirkt augenscheinlich die Atrophie des Rhomboïdeus eine Abschwächung und selbst Annullirung der inspiratorischen Thätigkeit des Serratus anticus magnus.

32. Es giebt noch eine andere Bewegung, die durch den Verlust des Rhomboïdeus sehr geschwächt wird. Es ist die Bewegung, die den Arm nach hinten und innen bringt. Sie geschieht bekanntlich, wenn der Arm vom Rumpf entfernt ist, mit grosser Kraft unter dem Einfluss derjenigen Muskeln, welche vom Humerus zum Schulterblatt und von diesem zur Wirbelsäule gehen (dem Rhomboïdeus, dem Teres major und dem hinteren Drittel des Deltoïdeus).

Damit diese beiden letzteren Muskeln eine Wirkung auf den Humerus ausüben, wenn ein beträchtlicher Widerstand ihn zurückhält, muss der spinale Rand der Scapula kräftig durch den Rhomboïdeus fixirt werden; denn im entgegengesetzten Falle wird, anstatt dass der Humerus der Scapula genähert wird, vielmehr diese gegen den Humerus gezogen.

Das habe ich in der That auch bei mehreren Individuen constatirt, bei denen der Rhomboïdeus fast gänzlich atrophirt und der Teres major und der Deltoïdeus noch genügend kräftig waren. Man konnte diese Bewegung des Schulterblatts nicht etwa dem Serratus anticus magnus zuschreiben, denn in einem Falle, wo dieser Muskel ebenso wie der Rhomboïdeus vollständig atrophirt war, fand nichts

desto weniger dieselbe Bewegung statt. Es wäre übrigens unmöglich, einen solchen Irrthum zu begehen, wegen der Verschiedenheit in der Wirkung des Serratus anticus magnus und des Teres major.

Man begreift also, dass der Ausfall der Rhomboïdeuswirkung eine bedeutende Abschwächung in dieser Bewegung hervorrufen muss. — Ich werde in der Folge beweisen, dass trotz der Zerstörung des Rhomboïdeus und des Trapezius die Kranken noch die spinalen Ränder der Schulterblätter mit Energie einander nähern können und dass, wie leicht zu constatiren ist, diese Bewegung von den oberen Muskelbündeln des Latissimus dorsi ausgeführt wird.

Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 6. Fehlerhafte Haltung des Schulterblattes während der Muskelruhe in Folge von Contractur des Rhomboïdeus. Der untere Winkel *D* der Scapula ist fast bis zur Ebene des Angulus externus aufgestiegen und findet sich der Mittellinie sehr genähert. Nach innen und oben vom medialen Rande der Scapula besteht eine Anschwellung *B*, die durch die Contractur des Rhomboïdeus verursacht ist.

Fig. 7. Das junge Mädchen mit der Contractur, die in Fig. 6 abgebildet ist, erhebt beide Arme nach vorn; dabei verschwindet die Deformität, und das rechte Schulterblatt führt die normale Bewegung aus wie auf der gesunden Seite, was die Integrität des betreffenden Serratus anticus magnus beweist.

33. Die Contractur des Rhomboïdeus bringt das Schulterblatt in dieselbe Lage, wie die continuirliche Contraction des Muskels unter dem Einfluss des Inductionsstromes.

Figur 6, nach der Natur gezeichnet, von einem jungen Mädchen entnommen, das mit einer Contractur des Rhomboïdeus behaftet war, zeigt diese fehlerhafte Haltung des Schulterblattes während der Muskelruhe.

Wenn man diese Figur 6 mit Fig. 5 vergleicht, wo der Rhomboïdeus faradisirt wurde, so sieht man, dass die Haltung des Schulterblattes dieselbe ist.

So befinden sich die Pathologie und die Elektrophysiologie in vollständiger Uebereinstimmung, insofern sie die Wirkung des Rhomboïdeus auf das Schulterblatt darthun.

Bei Erhebung des Armes nach vorn (Fig. 7) führte dieser Knochen seine normalen Bewegungen auf der rechten Seite ebenso, wie auf der entgegengesetzten Seite (s. Fig. 6) aus, was beweist, dass der rechte Serratus anticus magnus nicht gelähmt war.

Dritter Artikel.

Levator anguli scapulae.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

Unter dem Einfluss der elektrischen Reizung des Levator anguli scapulae beobachtet man eine leichte Drehung der Scapula um ihren äussern Winkel, welcher fest bleibt, so dass die beiden andern Winkel sich um 1—1½ cm. erheben, während der untere sich der Mittellinie nähert und einen leichten Vorsprung unter der Haut bewirkt.

Nach dieser Bewegung und zuweilen gleichzeitig mit derselben, erhebt sich die Schulter in toto um 2—3½ cm., und der Kopf wird leicht nach der erregten Seite gebeugt.

B. Bemerkungen.

34. Der Levator anguli scapulae, sagt Winslow*), ist mit Unrecht Levator proprius der Schulter genannt worden, da er diese Wirkung nicht hervorbringen kann, sondern eine ganz entgegengesetzte her-

*) Exposition anatomique de la structure du corps humain, 1732, p. 301.

vorbringt. — Vorher hatte er behauptet, dass der Levator anguli scapulae, während er den innern Winkel höbe, das Acromion senkte. — Seitdem haben alle Autoren die Meinung des grossen Anatomen wiedergegeben.

Jedenfalls von derselben Anschauung, der vermeintlichen Bewegungen des Schulterblattes um eine fingirte centrale Axe ausgehend, einer Theorie, die ebenfalls von Winslow erfunden war, hatte man sich vorgestellt, dass der Levator anguli scapulae wie der Rhomboïdeus den Schulterstumpf senken müsste, während er den innern Winkel der Scapula erhöbe.

Aber der elektrophysiologische Versuch hat diesen Irrthum berichtigt, der ohne Zweifel aus Versuchen an der Leiche herzuleiten ist, wo die Bedingungen des tonischen Widerstandes der Antagonisten derjenigen Muskeln, auf welche man mechanische Zugwirkungen übt, nicht mehr dieselben sind.

35. Die Erhebung des Angulus internus des Schulterblatts vollzieht sich also durch eine Drehbewegung um seinen Angulus externus, welcher fixirt bleibt.

Auf diese ziemlich beschränkte Bewegung folgt aber bald eine Erhebung der Schulter in toto, oder sie geschieht manchmal sogar gleichzeitig, wie es die Vorgänger Winslow's vollkommen richtig angegeben hatten.

Weiter unten werden wir sehen, dass die pathologischen Thatsachen die Folgerungen, die ich aus dem elektrophysiologischen Versuch ziehe, beweisen oder vielmehr bestätigen.

§ II. Pathologische Physiologie.

36. Ebenso wie die Elektrophysiologie erweis't auch die Pathologie den mächtigen Einfluss des Levator anguli scapulae auf die Erhebung der Schulter. So habe ich Individuen gesehen, die nur noch den Levator anguli scapulae hatten, um die Schulter zu erheben, und doch noch diese Bewegung mit grosser Energie ausführten.

Dabei sah man den Levator anguli scapulae an der Spitze des oberen Claviculardreiecks um so stärker reliefartig hervortreten, als die Clavicularportion des Trapezius atrophirt war und ihn nicht mehr maskiren konnte.

37. Die tonische Wirkung des Levator anguli scapulae auf die Haltung des Schulterblattes macht sich am meisten bemerklich, wenn die mittlere Portion des Trapezius atrophirt ist.

Bei Gelegenheit der pathologischen Studie über den Trapezius bemerkte ich, wie man sich erinnern wird, der Angulus externus der Scapula werde durch das Gewicht der oberen Extremität heruntergedrückt, dabei der untere Winkel erhoben und der Medianlinie genähert, indem der Knochen an seinem innern Winkel, wo sich der intacte Levator anguli scapulae inserirt, gleichsam aufgehängt sei.

Diese Stellung des Schulterblattes hat eine grosse Aehnlichkeit mit derjenigen, die dasselbe bei Contractur des Rhomboïdeus einnimmt.

An einer andern Stelle bei Gelegenheit der Diagnose dieser Affection, habe ich angegeben, wie man die verschiedenen hier in Frage kommenden pathologischen Fälle unterscheiden kann.

38. Ich erwartete, dass bei Atrophie des Levator anguli scapulae der innere Winkel der Scapula durch die überwiegende Kraft des Serratus anticus magnus gesenkt würde. Es verhält sich indessen nicht so, da ohne Zweifel der Rhomboïdeus genügt, um die Thätigkeit des Serratus anticus magnus zu neutralisiren. Jedoch hat sich herausgestellt (s. No. 9), dass, wenn zur Atrophie des Levator anguli scapulae noch die der mittleren Portion des Trapezius hinzukommt, sich der Angulus internus und externus gleichzeitig senken.

39. Schon ehe ich die Contractur oder den continuirlichen Krampf des Levator anguli scapulae beobachtet hatte, hatte ich aus den elektrophysiologischen Versuchen gefolgert, dass aus dieser Affection eine Erhebung des untern Winkels und eine Annäherung desselben an die Mittellinie ohne Senkung des äusseren Winkels nothwendiger Weise resultiren müsste.

Dasselbe habe ich vorher von der Contractur des Rhomboïdeus behauptet und hinzugefügt, dass dabei die Erhebung des unteren Winkels noch beträchtlicher sein müsste. Das ist später durch Thatsachen bewiesen worden, die ich an einem andern Orte*), bei Besprechung der diagnostischen Sätze über die Deformitäten der Schulter berichtet habe.

Die fehlerhafte Stellung, welche dabei das Schulterblatt einnimmt, ist der analog, die auf Fig. 6 abgebildet ist.

Alle diese Beobachtungen führen zu dem Endergebniss, dass die Pathologie das schon durch das elektromuskuläre Experiment erwiesene Factum bestätigt, dass nämlich der Levator anguli scapulae wie der Rhomboïdeus eine Drehung der Scapula um ihren Angulus externus, der fixirt bleibt, bewirkt, und dass in Folge dessen die

*) De l'électrisation localisée, 2. édit. cap. XX p. 880.

Existenz einer imaginären, in das Centrum der Scapula verlegten Axe, um welche die Anatomen den Knochen unter dem Einfluss jedes dieser Muskeln rotiren liessen, ein Irrthum ist, der auf den Versuch an der Leiche zurückzuführen ist.

Vierter Artikel.

Serratus anticus magnus.

§ I. Elektrophysiologie.

Der Serratus anticus magnus ist der directen Wirkung der Elektricität in dem ganzen Raume zugänglich, der zwischen dem Pectoralis magnus und dem Latissimus dorsi begriffen ist; eine Portion seiner sieben letzten Ursprungszacken liegt hier subcutan.

Aber die vier letzten Zacken liegen nur in einem kleinen Theil ihrer vorderen Endigungen vor dem Latissimus dorsi blos, so dass man durch ihre Reizung im Allgemeinen nur eine sehr schwache Wirkung erhält.

Die anderen Zacken, besonders die vierte, fünfte und sechste, bewirken bei sehr muskulösen Individuen recht deutliche Bewegungen der Scapula, die ich im Folgenden beschreiben werde.

Um eine Vorstellung von der wirklichen Thätigkeit der unteren Portion des Serratus anticus magnus zu erhalten, muss man den elektrischen Strom auf das dicke radiäre Bündel leiten, das sich an dem untern Winkel des Schulterblatts inserirt, nach welchem die fünfte, sechste, siebente, achte, neunte und zehnte Zacke convergirt. Unglücklicherweise ist dieses Bündel im Normalzustande vom Latissimus dorsi bedeckt und der directen Faradisation unzugänglich.

Die progressive Muskelatrophie, welche oft die oberflächliche Lage der Rumpfmuskeln zerstört, hat mir jedoch sehr oft Gelegenheit gegeben, dieses Bündel vollkommen erhalten unter der Haut zu finden. — Bei jungen Individuen sind die oberen Fascikeln des Latissimus dorsi sehr wenig entwickelt oder existiren hier gar nicht. Ich will nun die Bewegungen, die ich erhalten habe, wenn ich jede einzelne Portion dieses Muskels zur Contraction brachte, beschreiben.

A. Experimente.

I. Wird der Fascikel, der die untere Portion des Serratus anticus magnus bildet, mit einem mässig starken Strome gereizt, so

ertheilt er der Scapula die Drehbewegung um ihren innern Winkel, in Folge deren das Acromion sich erhebt, während der untere Winkel nach vorn und aussen gebracht wird.

II. Nach dieser Rotationsbewegung erhebt sich das Schulterblatt in toto, in derselben Weise, wie bei der Contraction der mittleren Portion des Trapezius.

Die dritte, vierte und fünfte Zacke des Serratus anticus magnus, die bekanntlich zur mittleren Portion gehören, konnte ich auch einzeln zur Contraction bringen, und dabei constatiren, dass sie auch einzeln das Acromion hebt, aber in dem Maasse weniger als sie höher oben gelegen sind.

III. Reizt man die Zacken der mittleren Portion und die der unteren Portion des Serratus anticus magnus gleichzeitig, so begiebt sich das Schulterblatt in toto nach vorn, aussen und oben.

Fig. 8.



Fig. 8. Bewegung der Scapula bei elektrischer Contraction des Serratus anticus magnus. — Die Scapula begiebt sich schief nach oben, aussen und vorn, und ihr medialer Rand wird gegen den Thorax gepresst und verursacht in der Haut eine tiefe Furche *A*.

Bei dieser Bewegung entfernt sich der mediale Rand des Schulterblattes um 2, 3 und selbst 4 cm. von der Mittellinie, indem er um den Angulus internus rotirt; er presst sich zugleich gegen die Thoraxwand und macht an der Hautoberfläche eine Depression (Fig. 8 *A*), welche die ein wenig schief von oben und innen nach unten und aussen gehende Richtung des medialen Randes der Scapula anzeigt.

Die gleichzeitige Erregung aller Bündel des Serratus anticus magnus durch directe Reizung seines Nerven oberhalb der Clavicula, an einem Punkte, den ich an anderen Orten *) angegeben habe, bringt genau dieselbe Bewegung des Schulterblattes hervor.

B. Bemerkungen.

40. Wie man sieht, ertheilt die untere Portion des Serratus anticus magnus dem Schulterblatt eine Drehung um einen seiner Winkel, den fixirt bleibenden Angulus internus, während sie gleichzeitig den äussern Winkel durch einen analogen Mechanismus erhebt, wie der ist, den ich bei der Untersuchung der elektrophysiologischen Wirkung des Trapezius, Rhomboïdeus und Levator anguli scapulae dargelegt habe.

41. Die Physiologen und Anatomen haben bis auf diesen Tag gelehrt, dass die aufsteigende Bewegung sowohl des äusseren wie des innern Winkels der Scapula, die unter der Einwirkung jedes einzelnen der angeführten Muskeln statthat, immer das Ergebniss einer Hebelbewegung des Knochens ist, wie ich schon bei Gelegenheit der Eigenwirkung des Levator anguli scapulae gesagt habe. Sie nahmen an, dass dabei die Scapula um eine imaginäre, durch ihre Mitte hindurch gelegte Axe rotire, so dass der äussere Winkel nicht gehoben werden könne, ohne dass der innere Winkel gesenkt werde, und umgekehrt.

In Wirklichkeit verhalten sich die Dinge ganz anders, wie sich durch den Versuch herausgestellt hat.

Man sieht also bei der elektrischen Contraction dieser Muskeln oder Muskelportionen, dass sich niemals der innere Winkel hebt und der äussere senkt und umgekehrt, sondern man kann, indem man den Finger auf den einen oder andern Winkel legt, leicht constatiren, dass sich die Scapula um jeden derselben wie um eine Axe dreht. Der Ausdruck „Hebelbewegung“ des Schulterblattes, zur Bezeichnung derjenigen gebraucht, die bei Hebung oder Senkung

---

*) De l'électrisation localisée, 2. édit. cap. II p. 64. (3. édit. S. 70).

seines äusseren oder inneren Winkels stattfindet, giebt also von dem Mechanismus der dem Schulterblatt durch die isolirte Action der genannten Muskeln oder Muskelportionen ertheilten Bewegungen eine falsche Vorstellung. Aus diesem Grunde werde ich sie Drehbewegungen um den äussern oder innern Winkel nennen, von denen nur der eine an seiner Stelle bleibt, während der andere sich hebt.

42. Herr Professor Cruveilhier hat den Mechanismus der Bewegungen, die das Schulterblatt unter der Einwirkung gewisser Portionen des Trapezius ausführt, mit dem einer Klingelvorrichtung verglichen.

Dieser Vergleich ist sehr glücklich und kann sehr wohl dazu dienen, die neuen physiologischen Thatsachen, die ich auseinander gesetzt habe, verständlich zu machen; denn bei der Klingelvorrichtung rotiren immer zwei Winkel um einen dritten, fest bleibenden. Und genau dasselbe begiebt sich bei den Bewegungen der Scapula durch isolirte Contraction der betreffenden Muskeln.

Ich muss jedoch bemerken, dass der Vergleich noch nicht vollkommen zutreffend ist, denn in der Hebelbewegung des Klingelzuges ist die Axe immer am untern Winkel angebracht, während sie für das Schulterblatt immer oben liegt, sei es am äussern, sei es am innern Winkel.

Wie es sich damit auch verhalten mag, so eignet sich der von dem gelehrten Professor vorgeschlagene Vergleich ganz vortrefflich für die Drehbewegung des Schulterblattes um einen seiner Winkel, die ich soeben geschildert habe.

43. Aus den im Vorstehenden mitgetheilten elektrophysiologischen Versuchen ergiebt sich, dass alle Muskeln, die durch ihre Zusammenziehung dem Schulterblatte eine Drehbewegung ertheilen, zu gleicher Zeit die Erhebung desselben en masse bewirken.

Das kommt daher, dass die die Rotationsbewegung bewirkenden Muskeln mit Antagonisten zu kämpfen haben, die Winslow sehr richtig Moderatoren genannt hat, die durch ihre tonische Kraft Widerstand leisten und nur einen bestimmten Grad der Verlängerung vertragen.

So bewirkt die untere Portion des Serratus anticus magnus, ebenso wie die mittlere Portion des Trapezius eine kräftige Hebung des Acromion, indem sie den untern Winkel des Schulterblattes nach vorn und aussen bringt. Diese letztere Bewegung wird bald gehemmt durch ihre Moderatoren, die untere Hälfte des Rhomboïdeus und den Levator anguli scapulae, wenn diese Muskeln das Maximum

ihrer Dehnung erfahren haben. Wenn dann die Contraction des Serratus anticus magnus oder der mittleren Portion des Trapezius andauert, so bewegt sich die Scapula in einer Richtung, in der sie keinem Widerstande begegnet, d. h. nach oben, in der Richtung der Resultante der combinirten Wirkungen der genannten Muskeln.

44. Die Drehbewegung um den innern Winkel und Erhebung des ganzen Schulterblattes durch den Serratus anticus magnus compliciren sich, wie man oben gesehen hat, mit einer Bewegung en masse nach vorn und aussen. Die andern Muskeln haben nicht diese Wirkung.

45. Die untere Portion des Serratus anticus magnus bewirkt eine energische Erhebung des Schulterstumpfes. Demzufolge ist ihr von allen Physiologen die grösste Rolle bei der Thätigkeit, schwere Lasten auf der Schulter zu tragen, zuertheilt worden.

Eine solche Function des Serratus anticus scheint mir aber weit davon entfernt bewiesen zu sein, und zwar stütze ich mich auf folgende Thatsachen.

Bei Individuen, die ich die Schultern erheben liess, während ich mich stark auf den Schulterstumpf stützte, so dass ich eine grosse Muskelanstrengung ihrerseits provocirte, konnte ich mehrfach constatiren, dass nur der Trapezius, der Rhomboïdeus und das obere Drittel des Pectoralis major contrahirt wurden. Der Serratus anticus blieb bei dem Versuche schlaff, vorausgesetzt, dass der Arm an den Rumpf angedrückt war. Wenn ich in dieser Situation die radiären Bündel der unteren Portion oder den Nerven des Serratus anticus magnus elektrisch reizte, so fühlte man unter der Hand, wie diese hart wurden, zum Zeichen, dass der Muskel erst dann in Wirkung trat. — Ein anderes Mittel während des vorhergehenden Versuchs, den Serratus anticus magnus zur Contraction zu bringen, besteht darin, dass man das Individuum den Arm erheben lässt.

46. Wenn der Serratus anticus magnus trotz seiner mächtigen Wirkung als Schulterheber nichts dazu beiträgt, die Schulter beim Tragen oder beim Halten einer schweren Last zu unterstützen, so ist wahrscheinlich der Grund der, dass seine Contraction die Respiration beeinträchtigen würde, indem sie die Rippen, an denen er seinen Ursprung nimmt, erhoben hält.

In der That würden dann die Zwerchfellrippen allein in ihrer Thätigkeit frei sein, und auch diese Freiheit wäre noch sehr beschränkt, denn da die Bauchmuskeln sich sehr energisch contrahiren, wenn man eine schwere Last aufhebt, so würden die Zwerchfell-Rippen unvermeidlich an ihren Sternalenden fixirt sein.

47. Im Ganzen scheint es mir durch das Vorausgegangene erwiesen, dass sich der Serratus anticus magnus bei der Function eine Last auf der Schulter zu tragen, nicht zusammenzieht, sondern dass diese Verrichtung anderen Muskeln übertragen ist, und zwar der mittleren Portion des Trapezius, dem Rhomboïdeus und der oberen Portion des Pectoralis major. (In der Folge werde ich zeigen, dass diese obere Portion des Pectoralis major gleichfalls mit grosser Kraft auf die Erhebung der Schulter wirkt).

48. Dagegen bei der Stossbewegung mit dem Schulterstumpf nach vorn contrahirt sich kräftig der Serratus anticus magnus in Gemeinschaft mit dem Pectoralis major. Diese Thatsache wird bald auch durch die Pathologie erwiesen werden.

Aeusserst evident ist sie bei denjenigen Individuen, bei denen in Folge der Atrophie des Latissimus dorsi und der unteren Portion des Trapezius die untere Portion des Serratus anticus magnus und der Rhomboïdeus subcutan und folglich der directen Reizung zugänglich geworden sind.

Der Serratus anticus magnus hat noch andere viel wichtigere Verrichtungen: er associirt sich innig mit denen des Deltoïdeus, wie man sehen wird, wenn ich die Wirkung dieses Muskels abhandeln werde.

49. Es entsteht die Frage: Ist der Serratus anticus magnus ein Respirationsmuskel? Dieser Punkt ist noch controvers, obwohl sich die meisten Physiologen bejahend darüber aussprechen.

Ehe ich in die elektrophysiologische Studie über die respiratorische Function des Serratus anticus magnus eingehe, muss ich einige einleitende Betrachtungen vorausschicken.

Wenn der Muskel den Rippen, an die er sich inserirt, eine Bewegung ertheilen soll, so muss vorher das Schulterblatt durch die synergische Contraction des Rhomboïdeus festgestellt werden; im entgegengesetzten Falle würde der Thorax den festen Punkt abgeben und das einzige Ergebniss der Contraction des Serratus anticus magnus würde die Hebung der Schulter durch eine Drehbewegung des Schulterblattes um seinen äusseren Winkel sein, wie der elektrophysiologische Versuch beweist. In Folge dessen erfordert die Thätigkeit des Serratus anticus magnus als Inspirationsmuskel vor Allem die synergische Contraction des Rhomboïdeus.

50. Es soll jetzt bewiesen werden, dass der Serratus anticus magnus die Capacität der Brusthöhle vergrössern kann, indem er die Rippen, an denen er sich inserirt, erhebt und nach aussen zieht.

ihrer Dehnung erfahren haben. Wenn dann die Contraction des Serratus anticus magnus oder der mittleren Portion des Trapezius andauert, so bewegt sich die Scapula in einer Richtung, in der sie keinem Widerstande begegnet, d. h. nach oben, in der Richtung der Resultante der combinirten Wirkungen der genannten Muskeln.

44. Die Drehbewegung um den innern Winkel und Erhebung des ganzen Schulterblattes durch den Serratus anticus magnus compliciren sich, wie man oben gesehen hat, mit einer Bewegung en masse nach vorn und aussen. Die andern Muskeln haben nicht diese Wirkung.

45. Die untere Portion des Serratus anticus magnus bewirkt eine energische Erhebung des Schulterstumpfes. Demzufolge ist ihr von allen Physiologen die grösste Rolle bei der Thätigkeit, schwere Lasten auf der Schulter zu tragen, zuertheilt worden.

Eine solche Function des Serratus anticus scheint mir aber weit davon entfernt bewiesen zu sein, und zwar stütze ich mich auf folgende Thatsachen.

Bei Individuen, die ich die Schultern erheben liess, während ich mich stark auf den Schulterstumpf stützte, so dass ich eine grosse Muskelanstrengung ihrerseits provocirte, konnte ich mehrfach constatiren, dass nur der Trapezius, der Rhomboïdeus und das obere Drittel des Pectoralis major contrahirt wurden. Der Serratus anticus blieb bei dem Versuche schlaff, vorausgesetzt, dass der Arm an den Rumpf angedrückt war. Wenn ich in dieser Situation die radiären Bündel der unteren Portion oder den Nerven des Serratus anticus magnus elektrisch reizte, so fühlte man unter der Hand, wie diese hart wurden, zum Zeichen, dass der Muskel erst dann in Wirkung trat. — Ein anderes Mittel während des vorhergehenden Versuchs, den Serratus anticus magnus zur Contraction zu bringen, besteht darin, dass man das Individuum den Arm erheben lässt.

46. Wenn der Serratus anticus magnus trotz seiner mächtigen Wirkung als Schulterheber nichts dazu beiträgt, die Schulter beim Tragen oder beim Halten einer schweren Last zu unterstützen, so ist wahrscheinlich der Grund der, dass seine Contraction die Respiration beeinträchtigen würde, indem sie die Rippen, an denen er seinen Ursprung nimmt, erhoben hält.

In der That würden dann die Zwerchfellrippen allein in ihrer Thätigkeit frei sein, und auch diese Freiheit wäre noch sehr beschränkt, denn da die Bauchmuskeln sich sehr energisch contrahiren, wenn man eine schwere Last aufhebt, so würden die Zwerchfell-Rippen unvermeidlich an ihren Sternalenden fixirt sein.

47. Im Ganzen scheint es mir durch das Vorausgegangene erwiesen, dass sich der Serratus anticus magnus bei der Function eine Last auf der Schulter zu tragen, nicht zusammenzieht, sondern dass diese Verrichtung anderen Muskeln übertragen ist, und zwar der mittleren Portion des Trapezius, dem Rhomboïdeus und der oberen Portion des Pectoralis major. (In der Folge werde ich zeigen, dass diese obere Portion des Pectoralis major gleichfalls mit grosser Kraft auf die Erhebung der Schulter wirkt).

48. Dagegen bei der Stossbewegung mit dem Schulterstumpf nach vorn contrahirt sich kräftig der Serratus anticus magnus in Gemeinschaft mit dem Pectoralis major. Diese Thatsache wird bald auch durch die Pathologie erwiesen werden.

Aeusserst evident ist sie bei denjenigen Individuen, bei denen in Folge der Atrophie des Latissimus dorsi und der unteren Portion des Trapezius die untere Portion des Serratus anticus magnus und der Rhomboïdeus subcutan und folglich der directen Reizung zugänglich geworden sind.

Der Serratus anticus magnus hat noch andere viel wichtigere Verrichtungen: er associirt sich innig mit denen des Deltoïdeus, wie man sehen wird, wenn ich die Wirkung dieses Muskels abhandeln werde.

49. Es entsteht die Frage: Ist der Serratus anticus magnus ein Respirationsmuskel? Dieser Punkt ist noch controvers, obwohl sich die meisten Physiologen bejahend darüber aussprechen.

Ehe ich in die elektrophysiologische Studie über die respiratorische Function des Serratus anticus magnus eingehe, muss ich einige einleitende Betrachtungen vorausschicken.

Wenn der Muskel den Rippen, an die er sich inserirt, eine Bewegung ertheilen soll, so muss vorher das Schulterblatt durch die synergische Contraction des Rhomboïdeus festgestellt werden; im entgegengesetzten Falle würde der Thorax den festen Punkt abgeben und das einzige Ergebniss der Contraction des Serratus anticus magnus würde die Hebung der Schulter durch eine Drehbewegung des Schulterblattes um seinen äusseren Winkel sein, wie der elektrophysiologische Versuch beweist. In Folge dessen erfordert die Thätigkeit des Serratus anticus magnus als Inspirationsmuskel vor Allem die synergische Contraction des Rhomboïdeus.

50. Es soll jetzt bewiesen werden, dass der Serratus anticus magnus die Capacität der Brusthöhle vergrössern kann, indem er die Rippen, an denen er sich inserirt, erhebt und nach aussen zieht.

Zu diesem Zwecke habe ich an einem Individuum, dessen Serratus anticus magnus und Rhomboïdeus in Folge der Atrophie der sie bedeckenden Muskeln (des Trapezius und des Latissimus dorsi), oberflächlich unter der Haut gelegen waren, den folgenden elektrophysiologischen Versuch angestellt.

Ich regulirte zwei Inductionsapparate derart, dass die Stromstärke des einen drei oder viermal grösser als die des andern war, und setzte die Elektroden des schwächeren auf das radiäre Bündel, in dem die Zacken der unteren Portion des Serratus anticus magnus zusammenlaufen, während die Elektroden des ersteren, stärkeren, auf den Rhomboïdeus gesetzt wurden, (ungefähr in dieser Weise muss die Reizgrösse für die beiden Muskeln abgestuft sein, wenn man die Kraft ihrer Contraction ausgleichen will, so dass der untere Winkel des Schulterblatts während ihrer gleichzeitigen Erregung unbeweglich bleibt). Sobald die Apparate in Thätigkeit gesetzt wurden constatirte ich 1) eine Erhebung des Schulterblatts en masse und gerade nach aufwärts, 2) eine Bewegung des convexen Theils der Rippen nach aussen und oben, wobei mir ihre Krümmung zugenommen zu haben schien.

Dabei machte die Versuchsperson eine geräuschvolle Inspiration, die sie, wie sie sagte, nicht unterdrücken konnte. Ich wiederholte diesen Versuch, indem ich ihr Mund und Nase zuhielt, und sie empfand im Augenblicke der Muskelcontraction ein lebhaftes Bedürfniss, zu athmen.

Die aufsteigende Bewegung des Schulterblattes, die im ersten Zeitabschnitte dieses Versuches durch die gleichzeitige Contraction des Rhomboïdeus und des Serratus anticus magnus stattfindet und die bis auf 3 und 4 cm. geht, ist für die inspiratorische Thätigkeit des Serratus anticus magnus äusserst vortheilhaft, denn sie bringt seine oberen und mittleren Zacken in eine schief von unten aussen nach oben innen gehende Richtung bezüglich der Rippen, an die er sich anheftet, und sie vermehrt auch beträchtlich die schiefe Richtung der unteren Zacken. Man wird also begreifen, dass in Folge der schieferen Richtung sämmtlicher Digitationen des Serratus anticus magnus von unten aussen nach oben innen die Capacität der Brusthöhle bei ihrer Contraction zunehmen muss. Von dieser Thatsache kann der elektrophysiologische Versuch nur eine unvollständige Vorstellung geben, denn die Muskelzusammenziehung, die bei der Innertion erfolgt, vollzieht sich mit weit präciserer Zusammenwirkung ıd grösserer Energie, wie bei elektrischer Reizung.

Man kann indessen bei dem vorstehenden Versuche nicht die schöne Erhebung der Rippen erreichen, welche man durch Reizung der Intercostalmuskeln hervorbringt, wie ich bei Besprechung der Intercostalmuskeln darthun werde.

Es schien mir ausserdem während der Contraction der unteren Portion des Serratus anticus magnus eine leichte Krümmungszunahme des von den Rippen und ihren Knorpeln gebildeten Bogens zu erfolgen.

Wie man auch die Wirkung des Serratus anticus magnus in dem eben besprochenen Versuch erklären mag, so ist doch das unstreitbar, dass er mit ziemlich erheblicher Energie als Inspirationsmuskel wirkt.

51. Die Physiologen lassen im Allgemeinen den Serratus anticus magnus als Inspirationsmuskel nur selten und in den äussersten Fällen eine Rolle spielen.

Nach Beau und Maissiat*) mag man die heftigsten Inspirationen machen, und man soll dennoch, wenn die Hand auf die untern Zacken des Serratus anticus magnus aufgelegt wird, nicht die geringste Andeutung von Contraction verspüren.

Es ist freilich nicht sehr leicht, auf diese Weise die Contraction der Zacken des Serratus anticus magnus zu spüren, selbst dann, wenn er sich energisch contrahirt. Obwohl die genannten Beobachter bei ihren Versuchen die Thätigkeit des Serratus anticus magnus nicht constatiren konnten, so ist es mir noch nicht bewiesen, dass der Muskel sich wirklich nicht contrahirte. Selbst bei einem Individuum, dessen Serratus anticus magnus subcutan liegt, wie man es häufig bei der progressiven Muskelatrophie findet, wird man, wenn man die Hand abwechselnd auf die Digitationen des Muskels und das radiäre Bündel, das sich an den untern Winkel der Scapula anheftet, anlegt, an dem ersteren Punkte selbst die kräftige Contraction dieses Muskels nicht wahrnehmen; sie ist sogar an dem zweiten kaum merklich und auch nur dann, wenn man das radiäre Bündel zwischen die Finger fasst.

Es ist daher kein Wunder, dass man im Normalzustande, wo man nur die Digitationen des Serratus anticus magnus nach vorn vom Latissimus dorsi, d. h. an einem Punkte, wo sie sehr wenig fleischig sind, fühlen kann, dass man unter solchen Umständen die

---

*) Beau et Maissiat, Recherches sur le mécanisme des mouvements respiratoires, suivies de considérations pathologiques (Archives génér. de méd. December 1842, März, Juli 1843).

Contraction des Serratus anticus magnus bei tiefer Inspiration nicht constatirt hat.

Durch die Erhebung der Rippen, die sich gleichzeitig durch die Contraction der Intercostales und des Zwerchfelles bei den tiefen Inspirationen vollzieht, werden die Schwierigkeiten dieser Untersuchung noch gesteigert.

Wenn ich die Individuen, deren Serratus anticus magnus und Rhomboïdeus bloslag, kräftig und lange einathmen liess, oder sobald sie eine Treppe rasch erstiegen hatten, so konnte ich fühlen, wie sich beide Muskeln anspannten.

Aus den vorangegangenen Versuchen und Betrachtungen glaube ich schliessen zu können, dass der Serratus anticus magnus und sein Gefährte, der Rhomboïdeus, zwei mächtige Muskeln sind, deren Mitwirkung bei der Inspiration kräftiger ist, als man insgemein zugegeben hat.

§ II. Pathologische Physiologie.

A. Störungen in der Stellung der Schulter in Folge von Atrophie des Serratus anticus magnus.

52. Obgleich, wie aus meinen elektrophysiologischen Versuchen hervorgegangen ist, die untere Portion des Serratus anticus mit weit grösserer Kraft als Schulterheber wirkt, als die mittlere Portion des Trapezius, so zeigt doch die Pathologie, dass diese Portion des Serratus anticus magnus nicht wie die mittlere Portion des Trapezius dazu dient, durch ihre tonische Kraft den Schulterstumpf in seiner normalen Höhe zu erhalten.

Zur Stütze meiner Meinung habe ich schon das Individuum, das in Fig. 3 dargestellt ist, erwähnt, dessen Schulterstellung verändert ist, obgleich seine Serrati antici magni unversehrt und sehr entwickelt sind. Man erinnert sich, dass diese Stellung von der Atrophie der mittleren Portion seiner Trapezii abhängt. Ich könnte andere ähnliche Thatsachen anführen.

Wenn dagegen ein Kranker seines Serratus anticus magnus beraubt ist, so wird der Schulterstumpf in seiner normalen Stellung erhalten bleiben, vorausgesetzt, dass ihm die mittlere Portion des Trapezius geblieben ist.

53. Dennoch sollte es scheinen, als ob der Verlust der tonischen Kraft des Serratus anticus magnus eine grosse Störung in der Stellung des Schulterblatts mit sich führen müsste; denn im Normalzustande

wird dieser Knochen von den combinirten Kräften des Trapezius und des Rhomboïdeus beeinflusst, die danach streben, ihn der Mittellinie anzunähern.

Auf die klinische Beobachtung kann ich mich hierbei nicht stützen, da ich noch nicht Gelegenheit gehabt habe, eine vollkommen auf den Serratus anticus magnus beschränkte Lähmung oder Atrophie zu beobachten. (Dieser Umstand beweist, dass eine solche Localisation selten sein muss, da ich sie unter wenigstens zwanzig Fällen von Atrophien oder Paralysen des Serratus anticus magnus, die ich untersucht habe, nicht ein einziges Mal angetroffen habe).

54. Es scheint auch, als ob in Folge der Atrophie des Serratus anticus magnus der Parallelismus zwischen dem medialen Scapularande und der Wirbelsäule nicht bestehen könne, sondern durch das Uebergewicht des Rhomboïdeus und des Levator anguli scapulae der untere Winkel des Schulterblatts gehoben und der Mittellinie genähert werden müsste.

Die Pathologie jedoch bestätigt dieses Raisonnement nicht; der untere Winkel wird dabei kaum um 1 cm. nach oben und innen gezogen und dies auch nur dann, wenn der Levator scapulae und der Rhomboïdeus noch ihre ganze tonische Kraft besitzen.

Aus der Stellung der Schulterblätter im Ruhezustande, die auf Fig. 2 abgebildet ist, geht die Richtigkeit meiner Behauptung hervor. Wenn man diese Stellung der Schulterblätter in der Muskelruhe sieht, so sollte man das Bestehen der Atrophie, von welcher der eine Serratus anticus magnus ergriffen ist und deren Bestehen die Figuren 11 und 12 weiterhin darthun werden, nicht vermuthen; denn wenn die Arme des Individuums den Körper entlang fallen (s. Fig. 2), so ist der spinale Rand *A B* seiner Scapula der Wirbelsäule fast parallel. Auf der kranken Seite beobachtet man nur, dass die Schulter tiefer steht und dass der spinale Rand des Schulterblatts von der Mittellinie weiter entfernt ist; das ist aber, wie ich schon bewiesen habe, die Folge der Atrophie eines Theiles der mittleren Portion und des untern Drittels des Trapezius.

55. Das Gewicht der oberen Extremität strebt immer danach, den äussern Winkel des Schulterblattes herabzudrücken. Um dies zu verhindern, hat die Natur den glücklichen Ausweg gefunden, tonische Kräfte anzubringen, die im entgegengesetzten Sinne wirken als das Gewicht, welches diesen äussern Winkel zu senken trachtet. Diese tonischen Kräfte sind gegeben in der mittleren Portion des Trapezius, die das Acromion erhebt, in dem untern Drittel desselben

Muskels, welches den Angulus internus senkt, und endlich in dem radiären Bündel des Serratus anticus magnus, welches gleichzeitig den unteren und den äusseren Winkel erhebt.

Nun haben wir aber durch die klinische Beobachtung im Vorhergehenden schon erfahren (s. Fig. 3), dass der äussere Winkel *G* des Schulterblattes, wenn er in Folge des Verlustes des Trapezius nicht mehr genügend unterstützt ist, sich senkt, während sein unterer Winkel *B* sich erhebt und der Mittellinie nähert. Wenn also noch der Serratus anticus seinerseits ausfällt, so kann man schon im Voraus sagen, dass das Schulterblatt nun die letzte von den Kräften verloren hat, die die Wirkung der Schwere des Gliedes auf seinen äusseren Winkel neutralisirten, und dass in Folge dessen der letztere noch weiter gesenkt werden, dagegen sein unterer Winkel sich in demselben Verhältniss erheben wird. Gerade dies findet in der That statt; denn der untere Winkel erhebt sich, während er sich beträchtlich von den Thoraxwänden entfernt, beinahe bis zur Höhe des äusseren Winkels und der Axillarrand des Knochens wird fast horizontal. Wie man bald sehen wird, nimmt diese Deformität bei Erhebung des Armes noch bedeutend zu.

Ich habe diese Erscheinungen an mehreren Individuen beobachtet. Da ich mich jedoch kurz fassen muss, theile ich die betreffenden Krankengeschichten nicht ausführlicher mit, trotz des grossen Interesses, das sie bieten würden. Die Figuren 2 und 10 zeigen die fehlerhafte Stellung der Schulterblätter in der Muskelruhe bei zwei Kranken, deren Serrati antici magni und Trapezii atrophirt waren, nach der Natur gezeichnet.

Man sieht in Fig. 9, dass die unteren Winkel der Schulterblätter von den Thoraxwänden weit abstehen und stark gehoben sind, während die äusseren Winkel in demselben Masse gesenkt sind; rechts steht der untere Winkel *A* noch höher als links *C* und findet sich fast im Niveau des äusseren Winkels *B*.

Durch die elektromuskuläre Untersuchung konnte ich bei diesem Kranken, der an progressiver Muskelatrophie litt, constatiren, dass die beiden Serrati antici magni, die beiden Trapezii und der linke Rhomboïdeus zerstört waren; dass ferner rechts der stark entwickelte Levator anguli scapulae einen Vorsprung bildete, der um so beträchtlicher war, als die Clavicularportion des Trapezius vollständig verschwunden war, während links der Levator anguli scapulae die Hälfte seines Volumens verloren hatte.

Bei solchen Muskelläsionen ist es begreiflich, dass der äussere Winkel des Schulterblattes, aller der tonischen Kräfte beraubt, welche

die durch das Gewicht der oberen Extremität auf ihn geübte Wirkung neutralisirten, beträchtlich herabgetreten ist, während der untere Winkel des Schulterblattes fast ebenso hoch gestiegen ist.

Fig. 9. Fig. 10.

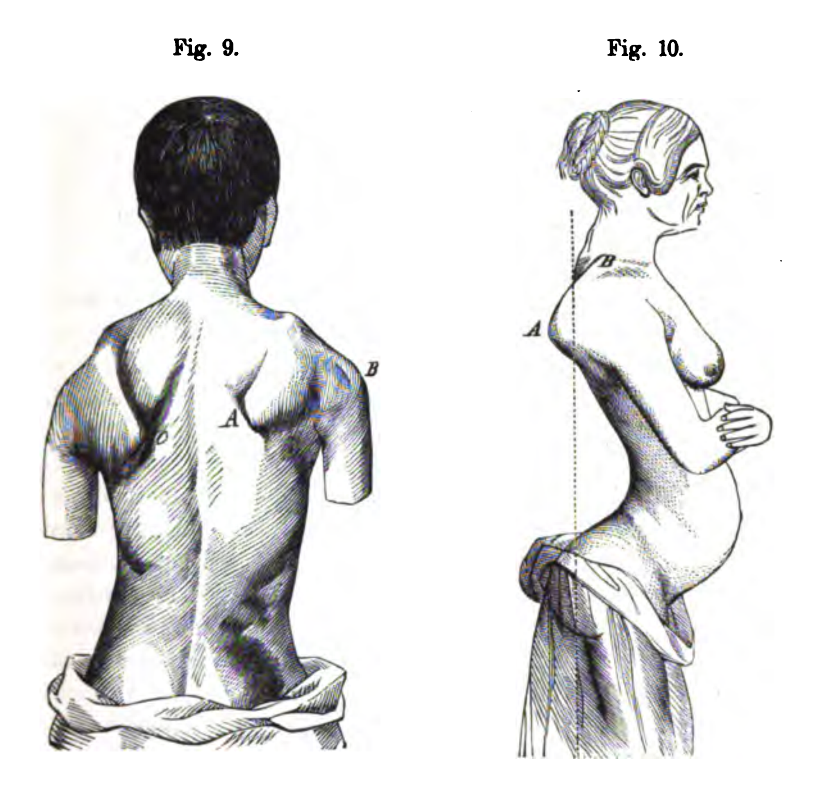


Fig. 9. Fehlerhafte Stellung des Schulterblattes während der Muskelruhe, verursacht durch Atrophie des Trapezius und der Serrati antici magni, von der Rückseite gesehen. Der spinale Rand der Scapula steht von der Brustwand ab, und rechts ist der untere Winkel *A* fast bis zum Niveau des äusseren Winkels *B* aufgestiegen; der innere Winkel ist nach aussen und oben getreten und hat die Haut aufgehoben; er unterbricht die Linie, welche vom Halse zum Schulterstumpf geht.

Fig. 10. Fehlerhafte Stellung des Schulterblattes in Folge von Atrophie des Trapezius und Serratus anticus magnus, während der Muskelruhe, Seitenansicht. — Man sieht, dass die grosse Rückwärtsbeugung des dorsalen Abschnittes der Wirbelsäule eine Neigung ihrer cervicalen und lumbosacralen Abschnitte nothwendig gemacht hat. Eine starke Schiefstellung des Kreuzbeinschambeindurchmessers ist daraus erfolgt.

Man wird ferner an dieser Figur 9 bemerken, dass rechts der untere Winkel des Schulterblattes *A* höher steht als der der entgegengesetzten Seite. Dies liegt daran, dass rechts durch den noch intacten Levator anguli scapulae der innere Winkel, an den sich derselbe anheftet, viel fester in seiner Lage gehalten wird, als es links durch den grossentheils atrophischen Levator anguli scapulae geschieht. Auch durch die tonische Wirkung des Rhomboïdeus, der noch ziemlich entwickelt ist, wird diese Erhebung des Schulterblattes begünstigt. Aber auch wenn der Rhomboïdeus vollständig atrophisch gewesen wäre, so wäre der innere Winkel des Schulterblattes durch die Action des intacten Levator anguli scapulae allein trotzdem erhoben worden.

Fig. 10 stellt in der Seitenansicht die Stellung der Scapula bei einer Frau dar, bei welcher der Trapezius, der Serratus anticus magnus jederseits und eine grosse Zahl von anderen Muskeln durch die progressive Muskelatrophie zerstört worden sind. Bei dieser Kranken ist der untere Winkel *A* bis zur gleichen Höhe wie der äussere Winkel *C* erhoben, und ihre Scapula gleicht einem Dreieck, das auf seiner Basis aufruht, und dessen Scheitel der innere Winkel *B* vorstellt, durch den ein Vorsprung an der Seite des Halses entsteht, wie in Fig. 9. (Die ausserordentliche sattelförmige Rückenkrümmung bei dieser Frau folgt aus der Atrophie der Musculi recti und eines grossen Theils der anderen Bauchmuskeln, welche die Wirkung der intacten Sacrospinales nicht mehr beschränken. Diese letzteren wirken in Folge dessen auf die Dorsolumbalportion der Wirbelsäule ähnlich wie eine gespannte Saite auf ihren Bogen. Wenn ich von der Physiologie der Sacrospinales handle, werde ich auf diese pathologischen Thatsachen zurückkommen und die Veränderungen erklären, die dann in der Beckenaxe und in der Dorsolumbalkrümmung der Wirbelsäule eintreten müssen, um den Schwerpunkt unterstützt zu halten.

B. Störungen der willkürlichen Bewegungen der Schulter in Folge der Lähmung des Serratus anticus magnus.

Die Untersuchung der durch die Atrophie des Serratus anticus magnus in den willkürlichen Bewegungen hervorgebrachten Störungen ist von derjenigen über den Deltoïdeus nicht zu trennen. Ich verschiebe also, was ich über diesen Gegenstand zu sagen habe, bis auf das folgende Capitel, welches von den Functionen des Deltoïdeus handeln wird.

General-Uebersicht
der hauptsächlichsten physiologischen Sätze, die aus den dargestellten Thatsachen hervorgehen.

A. Bewegungen der Schulter gerade nach oben.

I. Die Erhebung der Schulter kann durch die isolirte Contraction von Muskeln oder Muskelportionen, die vom Rumpfe nach dem Schulterblatte gehen, hervorgebracht werden. Hinsichtlich des Grades der Energie, mit der diese Muskeln oder Muskelportionen die Bewegungen ausführen, kann man sie in folgende Reihenfolge bringen: die untere Portion des Serratus anticus magnus, die mittlere des Trapezius, die obere des Pectoralis major, den Levator anguli scapulae und die Clavicularportion des Trapezius.

II. Aus dem Grade der Schulterhebung in Folge der Einzelcontraction dieser Muskeln oder Muskelportionen, und aus der Kraft, welche sie einzeln wirkend entfalten, kann man sich durchaus noch keine richtige Vorstellung von den verschiedenen Functionen machen, die jeder von ihnen bei der Erhebung der Schulter unter dem Einflusse des Willens zu erfüllen hat, wie z. B. bei der Thätigkeit, eine schwere Last mit dem Schulterstumpf aufzuheben oder unter dem Einflusse gewisser instinctiver Acte, gewisser Ausdrucksbewegungen, wie z. B. bei den tiefen Inspirationen, bei dem Ausdruck der Geringschätzung, des Zweifels u. s. w.

III. Bei derjenigen Erhebung der Schulter, die sich instinctiv bei tiefen Respirationen vollzieht, ist es die Clavicularportion des Trapezius, die in Wirksamkeit tritt.

Diese Clavicularportion besitzt eine so grosse Erregbarkeit, dass sie sich schon bei einer Stromstärke, die nicht im Stande wäre, auch nur eine Spur von Contraction bei den anderen Portionen des Trapezius zu erzeugen, schon kräftig contrahirt; es scheint, als ob sie diese Erregbarkeit dem äusseren Aste des Accessorius verdankt.

IV. Die willkürliche Erhebung der Schulter in gerader Richtung, wenn sie nicht besondere Kraftanstrengung erfordert, geschieht durch die Contraction des äusseren Theiles der mittleren Portion des Trapezius.

Auch der Ausdruck der Geringschätzung oder des Zweifels wird durch die Contraction dieser Portion des Trapezius hervorgebracht, der Schulterstumpf wird dabei gerade nach oben bewegt.

V. Aber sobald diese Erhebung auf Widerstand stösst, kommen die anderen Hebemuskeln der mittleren Portion des Trapezius durch ihre Thätigkeit zu Hülfe und zwar um so energischer, je grösser der Widerstand ist.

Die Muskeln oder Muskelportionen, die bei dieser angestrengten Schulterhebung sich der mittleren Portion des Trapezius associiren, sind der Rhomboïdeus, die obere Portion des Pectoralis major und der Levator anguli scapulae.

VI. Der Serratus anticus magnus dagegen, dem man diese Wirkung, die mit einer schweren Last beladene Schulter zu heben, als eine Hauptfunction zugeschrieben hat, bleibt dieser Thätigkeit vollständig fremd, wie sowohl die Elektrophysiologie als die Pathologie beweisen.

VII. Bei der willkürlichen Erhebung der Schulter und wenn das Individuum sich in normalen Bedingungen befindet, scheint die Clavicularportion des Trapezius sich nicht zusammenzuziehen; wenn aber die mittlere Portion des Trapezius anfängt, schwach zu werden, so kann die Clavicularportion sie vertreten und, wenn auch schwach, bei der willkürlichen Erhebung der Schulter unterstützen.

B. Bewegungen der Schulter nach vorn und oben.

VIII. Wenn die Bewegung der Schulter schief nach vorn und oben ohne Anstrengung geschieht, so wird sie hauptsächlich von dem obern Drittel des Pectoralis major ausgeführt.

Die Empfindung der Kälte, das Gefühl der Furcht wirken hauptsächlich auf die oberen Portionen der Pectorales majores; alsdann begeben sich die Schulterstümpfe nach oben und vorn, der Rücken rundet sich, die Arme werden gegen den Rumpf gedrückt und etwas schief von unten und hinten nach oben und vorn gerichtet.

IX. Wenn aber die willkürliche Bewegung der Schulter nach oben und vorn auf Widerstand stösst, so contrahirt sich der Serratus anticus magnus synergisch mit dem obern Drittel des Pectoralis major, und dann sieht man, wie sich unter der Einwirkung des ersteren Muskels der spinale Rand des Schulterblattes fest gegen die Thoraxwände anlehnt und das Schulterblatt nach oben und aussen verschiebt, während der äussere Winkel dieses Knochens von dem oberen Drittel des Pectoralis major nach vorn und oben gezogen wird. Die Richtung, die bei dieser Bewegung der spinale Rand der Scapula annimmt, wird durch eine sehr ausgeprägte Depression der Haut angezeigt, sie ist schief von oben, hinten und innen nach unten, vorn und aussen.

Die Kraft dieser Bewegungen ist äusserst gross, durch sie wird die Schulter nach oben und vorn fixirt, wenn man sich ihrer bedienen will, um einen sehr schweren oder Widerstand leistenden Körper vor sich herzuschieben.

C. Bewegungen der Schulter von aussen nach innen oder hinten.

X. Die Muskeln oder Muskelportionen, deren isolirte Wirkung die Schultern der Mittellinie nähert, sind die untere Portion des Trapezius und derjenige Antheil der mittleren Portion, welcher von der inneren Hälfte der Spina scapulae entsteht; ferner der Rhomboïdeus und die obere Portion des Latissimus dorsi.

XI. Durch die obere Portion des Latissimus dorsi wird bei parallel der Rumpfaxe herabfallenden Armen das Schulterblatt von aussen und vorn nach innen und hinten niedergedrückt; diese Bewegung wird durch den Humeruskopf vermittelt, der sich gegen die Cavitas glenoïdea lehnt.

Die untere Portion desselben Muskels zieht den Schulterstumpf herab.

Die gleichzeitige Erregung aller Bündel der beiden Latissimi dorsi bringt ausser den vorgenannten Bewegungen noch die energische Streckung des Rumpfes hervor.

XII. Die unteren Drittel des Trapezius und der Rhomboïdeus haben zwar, wie der Latissimus dorsi die Fähigkeit, wenn sie ihre Thätigkeit associiren, das Einziehen der Schultern zu bewirken, aber die Stellung, die aus dieser zusammengesetzten Wirkung resultirt, ist fehlerhaft und ungraciös, weil die Muskeln nothwendigerweise zugleich den Schulterstumpf erheben; sie wirken daher nur, um bei gewissen gewaltsamen Bewegungen der oberen Extremität, wie z. B. der, einen Widerstand leistenden Körper an sich heranzuziehen, das Schulterblatt der Mittellinie fest angenähert zu halten.

XIII. Daraus folgt, dass von allen Muskeln, die die Schulter bewegen, der Latissimus dorsi einer der nützlichsten ist, denn er besitzt das doppelte Vermögen, die Schultern zu senken und einzuziehen und dabei gleichzeitig energisch den Rumpf zu strecken: durch ihn beispielsweise erhält der Soldat seine stramme Haltung.

D. Bewegungen des Schulterblattes um sich selbst.

XIV. Die Muskeln oder Muskelbündel, denen man die Eigenschaft zuschreibt, Hebelbewegungen des Schulterblatts um eine imaginäre durch den Mittelpunkt dieses Knochens gelegte Axe zu bewirken, so dass seine inneren und äusseren Winkel in entgegengesetztem Sinne bewegt werden, haben unter physiologischen Verhältnissen diese Wirkung nicht; aber sie bewirken die Drehung der Scapula entweder um den innern oder äussern Winkel, welcher dabei

fixirt bleibt, während der untere Winkel erhoben oder gesenkt und dabei der Mittellinie entfernt oder genähert wird.

E. Normale Stellung des Schulterblattes.

XV. Jedes der Muskelbündel, die die Schulter bewegen, giebt dem Schulterblatt die Tendenz der tonischen Zugkraft desselben zu folgen, und diese steht in geradem Verhältniss zu seinem Volumen, d. h. der Masse der ihn zusammensetzenden Fasern.

Durch die Resultante aus der combinirten Wirkung aller dieser Muskeln wird die Haltung der Schulter bestimmt.

Nachdem die elektrophysiologische Versuchsweise, unterstützt durch die pathologische Beobachtung es möglich gemacht hat, diese verschiedenen Muskelwirkungen genau festzustellen, ist begreiflicher Weise nichts leichter, als den Grund dieser oder jener Schulterstellung zu finden und den Einfluss zu erklären, den diese Stellung secundär auf die mehr oder weniger harmonische Form der Schultern ausübt.

Sobald also die tonische Wirkung irgend eines Muskelbündels überwiegt, so zieht sie das Schulterblatt nach ihrer Richtung.

XVI. Wenn die Muskelbündel des Trapezius, die sich an die äussere Hälfte der Spina scapulae und an die Clavicula anheften, und der Levator anguli scapulae sehr entwickelt sind, so werden die Schultern durch die überwiegende tonische Wirkung dieser Muskeln verrückt und nothwendiger Weise dem entsprechend erhoben.

XVII. Die Folge dieser Erhebung der Schultern ist eine Verkürzung der normalen Halslänge.

Bei Individuen, deren Halslänge verschieden ist, lässt sich leicht constatiren, dass die Entfernung des Nackens bis zum ersten Rückenwirbel dieselbe ist, sobald Rumpf und Brust bei ihnen gleich entwickelt sind. Man wird auch finden, dass die Länge des Halses nicht vom Zustande des Skeletts abhängt, denn der Körper jedes Halswirbels hat bei jedem Individuum auch dieselbe Höhe.

Es ist also rationell, hauptsächlich der überwiegenden tonischen Muskelwirkung, die die Schultern erhebt, die Abnahme der Halslänge zuzuschreiben.

Man kann sich überzeugen, dass es ausschliesslich die genannten Muskelbündel sind, welche diese Thätigkeit ausüben.

XVIII. Die klinische Beobachtung lehrt auch, dass die Abschwächung dieser Muskelbündel einen Tiefstand der Schultern und folglich eine Zunahme der Halslänge verursacht; in diesem Falle genügt das Gewicht der Extremität, augenscheinlich verstärkt durch

die tonische Wirkung der Schulterherabzieher (des Pectoralis minor und der unteren Muskelbündel des Latissimus dorsi und Pectoralis major) um die Senkung der Schultern zu bewirken. Augenscheinlich muss im Normalzustande ebenfalls die relative Schwäche dieser selben als Erheber wirkenden Muskelbündel an dem Tiefstand der Schultern und der mehr oder weniger grossen Länge des Halses Schuld sein.

XIX. Sind die Schulterheber über das Mass entwickelt, so wird der Hals kurz und dick; haben dagegen diese gleichsam lebendigen Ligamente nicht die genügende Kraft, so wird der Hals unmässig lang sein. In beiden Fällen kann die Form des Halses und der Schultern keine harmonische sein; nur der mittlere Zustand zwischen diesen Extremen verleiht den Linien, die den Umriss des Halses zeichnen, Anmuth.

XX. Aus meinen Untersuchungen hat sich ergeben: 1) dass durch Contraction der Fasern des Trapezius, die sich an die innere Hälfte der Spina scapulae anheften, und durch die untere Portion dieses Muskels die Scapula der Mittellinie genähert wird; 2) dass auf die Zerstörung dieser selben Muskelfasern eine Bewegung des Schulterblatts nach vorn erfolgt. Ich habe oben gezeigt, dass die obere Extremität eine natürliche Tendenz besitzt, die Scapula, wenn sie nicht mehr von den Fasern des Trapezius zurückgehalten wird, in dieser Richtung nach vorn und aussen zu ziehen; andererseits wird auch durch den Pectoralis major und einen Theil der Zacken des Serratus anticus magnus das Schulterblatt nach vorn und aussen gezogen.

Alles in Allem kann das Schulterblatt in seiner gewöhnlichen Stellung unter folgenden Umständen von der Mittellinie zu weit abstehen: entweder in Folge natürlicher Schwäche der unteren Portion des Trapezius oder, wenn die tonische Kraft des Pectoralis major und Serratus anticus magnus das Uebergewicht erlangt. Bei dieser Haltung wird der Rücken in querer Richtung abgerundet, die Brust vorn ausgehöhlt, die Schlüsselbeine und der Schulterstumpf springen hervor. Dabei muss ferner die Entwickelung und das Spiel der Respirationsorgane gehindert werden.

XXI. Es bestehen noch andere fehlerhafte Stellungen der Schultern, und man beobachtet sie an sonst wohlgebauten Personen oder wenigstens Personen ohne Verunstaltung des Thorax, bei denen nicht die geringste Muskelaffection besteht. Man kann in solchen Fällen die ungraciöse Haltung der Schultern keiner andern Ursache zuschreiben, als der relativen Schwäche oder der überwiegenden tonischen Wirkung dieses oder jenes Muskelbündels.

Aber ich will auf diese Varietäten, so interessant sie sein mögen, nicht weiter eingehen; ihren Grund wird man leicht in den physiologischen Principien, die ich aufgestellt habe, finden.

XXII. Die Kenntniss des Mechanismus dieser fehlerhaften oder ungraciösen Schulterstellungen führt naturgemäss dazu, die Mittel zu ihrer rationellen Bekämpfung zu suchen. Ich zweifle nicht, dass man gewisse Formverhältnisse verbessern, diese oder jene Linie des Halses und der Schultern harmonischer gestalten kann, wenn man der Entwickelung der betreffenden Muskelbündel oder Muskeln durch die locale Faradisation und durch die in Schweden so rationell betriebene, unter dem Namen der Kinesitherapie *) bekannten, Gymnastik zu Hülfe kommt. Aber ich kann nicht oft genug wiederholen, dass man nach meiner Ueberzeugung auf diesem Wege zu keinem befriedigenden Resultat gelangen wird, ohne die Daten der Muskelphysiologie, die ich in diesem Capitel darzulegen versucht habe.

Zweites Capitel.

Einzelwirkung und Verrichtungen der Muskeln, die den Oberarm gegen die Schulter bewegen.

Diese Muskeln sind: der Deltoïdeus, der Supraspinatus, der Infraspinatus, Subscapularis, Latissimus dorsi, Teres major, Anconaeus longus und der Coraco-brachialis.

Erster Artikel.

Deltoïdeus.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

I. Wenn die obere Extremität parallel zur Rumpfaxe herabfällt, so wird durch die elektrische Contraction der mittleren Portion

*) Man vergleiche: Georgii, Kinesitherapie, ou Traitement des maladies le mouvement d'après le systême de Lind, 1847. — Reveil, Formulaire onné des médicaments nouveaux et des médications nouvelles, suivi de ons sur l'aérothérapie, la Kinésithérapie etc. 2. édit. Paris 1865. (Der bei geläufige Name für diese Therapie ist der der „Schwedischen Heilnnastik". D. Uebers.)

des Deltoïdeus, die vom Acromion entspringt, der Humerus gerade nach aussen erhoben.

Die anderen Bündel des Deltoïdeus bringen ebenfalls die Erhebung des Oberarmes hervor, aber sie bringen ihn gleichzeitig schief nach vorn und innen, wenn die innersten Bündel sich contrahiren, und gerade nach vorn oder nach rückwärts, wenn die Reizung die intermediär von diesen innersten Fascikeln gelegenen oder diejenigen Bündel trifft, die von der Spina scapulae und dem Acromion entspringen.

II. Das Maximum der durch isolirte Contraction des Deltoïdeus geleisteten Erhebung des Humerus erreicht etwa die horizontale Richtung.

Dieses Maximum wird von den vordersten Bündeln des Muskels geleistet; wenn man aber die Elektroden über den Muskelbündeln des Deltoïdeus von vorn nach hinten verschiebt, so sieht man die Erhebung des Humerus gradweise abnehmen, und zwar um so mehr, je mehr man sich den hintersten Bündeln nähert.

Demgemäss macht der Arm in Folge der Wirkung der vordersten Bündel des Deltoïdeus einen Winkel von ungefähr 90° mit der Senkrechten, während die von den hintersten Bündeln hervorgebrachte Erhebung kaum einen Winkel von 45° ergiebt.

III. Wenn sich der Humerus während der Contraction der verschiedenen Bündel des Deltoïdeus in der Rotation nach aussen befindet, so geschieht die Erhebung dieses Knochens leichter und bis zu grösserer Höhe, als wenn er in der Rotation nach innen steht.

IV. Hat der Humerus durch die Thätigkeit der vorderen Bündel des Deltoïdeus das Maximum seiner Erhebung erreicht und wird nun der elektrische Reiz auf die hinteren Bündel des Muskels gerichtet, so wird der Knochen augenblicklich gesenkt und gleichzeitig nach rückwärts und innen geführt, bis er auf den Grad der Erhebung zurückgegangen ist, der der Contraction dieser hinteren Bündel entspricht.

B. Bemerkungen.

56. Eine seit langem streitige Frage ist die, ob die Erhebung des Armes von anderen Muskeln begonnen werden muss als vom Deltoïdeus, der dann nur die Bewegung fortzusetzen hätte. Durch den elektrophysiologischen Versuch wird sie in verneinendem Sinne entschieden.

An welchem Punkte des Deltoïdeus nämlich die Elektrode angelegt und wie verschieden die Stromstärke gewählt werden mag, immer wird durch die Contraction des Muskels der Arm von der senkrechten Richtung entfernt, d. h. er wird durch den Deltoïdeus in die Erhebung gebracht, ohne dass dabei die Mitwirkung anderer Muskeln, welche ebenfalls wie er Erheber oder Abductoren des Armes sind, des Supraspinatus zum Beispiel (wie ich weiterhin darthun werde) erforderlich ist.

57. Man hat behauptet, dass die Wirkung des Deltoïdeus nicht so energisch sei, wie man beim Anblick eines so voluminösen Muskels glauben sollte.

Man braucht nur an Kranken, die der willkürlichen Bewegung verlustig gegangen sind, seine Contraction mit angesehen zu haben, um vom Gegentheil überzeugt zu sein.

In solchen Fällen hielt die elektrische Contraction einer einzelnen Portion den Arm mit solcher Kraft erhoben, dass man ihn eher gebrochen als heruntergedrückt hätte. Dabei will ich hier nebenbei bemerken und werde es später beweisen, dass die Kraft der Contraction bei der Innervation bei weitem grösser ist als diejenige, die bei einem derartigen Experimente erreicht werden kann.

58. Der Deltoïdeus kann also durch seine isolirte Contraction die Erhebung des vertical herunterhängenden Armes beginnen. Diese Thatsache ist auf elektrophysiologischem Wege bewiesen.

Man beobachtet dann aber, dass die obere Extremität, indem sie mit ihrem ganzen Gewicht auf den äusseren Winkel des Schulterblatts drückt, dem letzteren zwei Bewegungen ertheilt: erstens eine Hebelbewegung, durch die das Acromion herabgedrückt wird, während der untere Winkel *A* Fig. 11 erhoben und der Mittellinie genähert wird; zweitens eine Drehbewegung um eine verticale in der Gegend des äusseren Winkels *C* gedachte Axe, wodurch die Scapula von der hinteren Wand der Thoraxhöhle abgehoben wird, so dass ihr spinaler Rand einen Vorsprung unter der Haut bildet. Zwischen diesem spinalen Rande *A* Fig. 12 und der entsprechenden Stelle des Thorax kommt es zur Bildung einer mehr oder weniger tiefen Rinne.

59. Diese abnormen Bewegungen des Schulterblattes stellen sich bei der künstlichen Contraction des Deltoïdeus ein und können vom Willen nicht hervorgebracht werden, da derselbe nicht im Stande ist, den Deltoïdeus isolirt zur Contraction zu bringen. Hier die Probe. Wenn man einem Individuum, an dem man den vorhergehenden Versuch gemacht hat, aufträgt, den Arm ebenso hoch zu heben, wie bei der künstlichen Contraction seines Deltoïdeus, so

bemerkt man, dass im Augenblicke, wo der Arm sich vom Thorax entfernt, das Acromion sich erhebt anstatt sich zu senken, dass der untere Winkel *A* Fig. 11 des Schulterblattes sich von der Mittellinie entfernt, und dass der spinale Rand desselben fest gegen die Rippenwand angepresst bleibt und eine schiefe Richtung ganz entgegengesetzt derjenigen, die sie im vorhergehenden Experiment bekommen hatte, einnimmt.

Fig. 11. Fig. 12

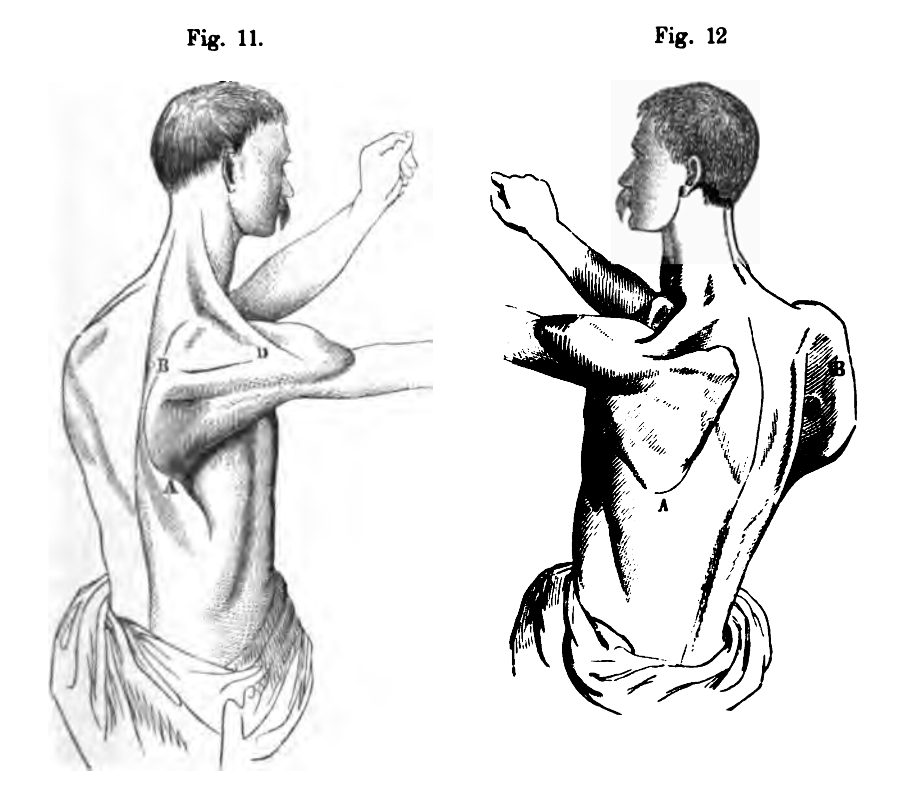


Fig. 11 und 12. Diese beiden Figuren stellen dasselbe Individuum vor, einmal von der rechten, das andere Mal von der linken Seite gesehen. Bewegung des Schulterblattes während der Erhebung des Armes durch isolirte Action des Deltoïdeus, sei es unter Einwirkung des electrischen Reizes auf diesen Muskel, sei es willkürlich bei Lähmung des Serratus anticus magnus. — Der untere Winkel *A*, Fig. 11, wird der Mittellinie genähert und erhoben, während der äussere Winkel *D* sich senkt; endlich wird der spinale Rand *B* Fig. 12, vom Rumpfe abgehoben. Diese pathologische Bewegung contrastirt mit der normalen Bewegung des Schulterblattes *A* Fig. 11 während der physiologischen Erhebung des Armes.

60. Zusammen mit dem elektrophysiologischen Experiment beweist dieser physiologische Versuch offenbar, dass man die isolirte Wirkung des Deltoïdeus von. der Function, die er zu erfüllen hat. wohl unterscheiden muss.

Obwohl also der Muskel in Wirklichkeit genügt, um den Humerus zu erheben, so ist doch zur physiologischen Erhebung dieses Knochens noch ausser der durch den Willen dem Deltoïdeus übermittelten nervösen Entladung die synergische Erregung eines anderen Muskels erforderlich, mit anderen Worten, es gehört dazu die Association mehrerer Muskeln. Ohne diese Muskelassociation würde die Bewegung nur schwach ausfallen und die fehlerhafte Stellung des Schulterblattes hervorrufen, die ich künstlich erzeugt habe.

61. Der Muskel, welcher bei der Hebung des Armes so energisch in Contraction tritt, um den spinalen Rand des Schulterblattes fest gegen die Thoraxwand gedrückt zu halten, und der gleichzeitig den äusseren Winkel der Scapula unterstützt, ist der Serratus anticus magnus. — Dies ist, wie ich wohl weiss, schon ausgesprochen, aber bisher noch nicht genügend bewiesen worden.

Die Thatsache wird jedoch durch folgendes Experiment unbestreitbar dargethan. Hat man künstlich, durch isolirte Contraction des Deltoïdeus, die fehlerhafte Haltung des Schulterblattes, wie sie auf der linken Seite der Fig. 12 abgebildet ist, hervorgebracht, und bringt den Serratus anticus magnus zur Contraction, so wird man augenblicklich sehen, dass der vorher eingezogene äussere Winkel dieses Knochens sich hebt, dass sich gleichzeitig sein spinaler Rand der Rückenwand nähert und sein unterer Winkel nach vorn und aussen gezogen wird, dass also das Schulterblatt dieselbe Bewegung ausführt, wie bei der physiologischen Erhebung der oberen Extremität.

62. Die Erhebung des Armes durch den Deltoïdeus geht nicht weiter, wie bis zur horizontalen Richtung; diese Thatsache wird durch den Versuch erwiesen.

Der Muskel, welcher hier die Dienste eines Ligamentes thut und die weitergehende Erhebung des Humerus gegen das Schulterblatt nicht gestattet, ist der Teres major; übrigens könnte diese Erhebung nicht statthaben, ohne dass der Kopf des Humerus sich gegen das Acromion stiesse und aus der Gelenkhöhle hervorträte.

63. Daraus folgt also, dass die Erhebung des Armes über die Horizontalrichtung nicht stattfinden kann, ohne dass das Schulter-

blatt um seinen innern Winkel rotirt; der äussere Winkel dieses Knochens und der schon in Streckung befindliche Humerus wird auf diese Weise wie ein einziges Stück gehoben.

Der Deltoïdeus hat nicht die Eigenschaft, diese Rotationsbewegung des Schulterblattes zu bewirken; die anatomischen Gründe dafür anseinanderzusetzen; ist wohl überflüssig.

Die Intervention des Serratus anticus magnus bei der Erhebung des Armes ist nicht, wie man behauptet hat, darauf beschränkt, das Schulterblatt zu fixiren. Vielmehr ertheilt dieser Muskel ausserdem der Scapula mit grosser Kraft die Rotationsbewegung, die zur letzten Hälfte der verticalen Erhebung des Armes erforderlich ist.

Seit mehreren Jahren habe ich oft Gelegenheit gehabt, diese wichtige Thatsache dadurch zu demonstriren, dass ich gleichzeitig den Serratus anticus magnus und den Deltoïdeus elektrisch reizte; die verticale Erhebung vollzieht sich dann mit um so grösserer Kraft, je mehr die Reizung die unteren Digitationen dieses Muskels trifft.

Auf Veranlassung des Prof. Ph. Bérard habe ich diesen Versuch im Jahre 1851 in einer seiner Vorlesungen über Physiologie an der medicinischen Facultät vor seinem Auditorium wiederholt. Während man rechts bei isolirter Contraction des Deltoïdeus sah, wie der Arm das Schulterblatt in die fehlerhafte Stellung brachte und die Grenze der horizontalen Erhebung trotz des stärksten Stromes nicht überschreiten konnte (s. Fig. 12), wurde das Schulterblatt links durch gleichzeitige Reizung des Deltoïdeus und des radiären Bündels des Serratus anticus magnus mit einem mittelstarken Strome mit seinem spinalen Rande kräftig an den Thorax gedrückt und führte seine Rotationsbewegung um den Angulus internus aus; schliesslich wurde der Arm in senkrechter Richtung mit solcher Energie gehoben, dass der Rumpf davon gewaltsam nach der entgegengesetzten Seite zurückgeworfen wurde und der Pt. fast in Gefahr gerieth, zu fallen.

64. Der Serratus anticus magnus ist nicht der einzige Muskel, der das Privileg besitzt, die verticale Erhebung des Armes vermittelst des Schulterblattes zu bewirken; auch das mittlere Drittel des Trapezius ertheilt der Scapula eine ziemlich ausgedehnte Rotationsbewegung um ihren Angulus internus und bewirkt mit Hülfe des Deltoïdeus die verticale Erhebung des Armes, jedoch mit viel geringerer Kraft als der Serratus anticus magnus. Man wird weiter unten finden, dass die Pathologie diese physiologischen Thatsachen bestätigt. Sie wird uns ferner lehren, welcher von beiden

Muskeln, ob das mittlere Drittel des Trapezius oder der Serratus anticus magnus, für die Hervorrufung dieser Schulterblattbewegung der wichtigere ist, sei es nur als Hülfskraft, sei es als nothwendige Bedingung zur Erhebung des Armes.

65. Die Drehbewegung des Schulterblatts während der Hebung des Armes ist schon allgemein beobachtet worden. Aber man wusste nicht, dass das Eingreifen des Trapezius oder Serratus anticus magnus dabei nothwendig sei. Man konnte nämlich die Rotationsbewegung des Schulterblattes der vom Teres major auf den untern Winkel desselben ausgeübten Wirkung in Folge der Verlängerung, die er bei der Entfernung des Armes vom Rumpfe erleidet, zuschreiben.

Diese ganz mechanische Ursache hat augenscheinlich mit der Bewegung des Schulterblattes nichts zu thun.

66. Durch das elektrophysiologische Experiment wird dargethan, dass das hintere Drittel des Deltoïdeus mit den anderen Bündeln dieses Muskels zum Zwecke der Erhebung des Humerus synergisch wirken kann, bis dieser Knochen mit der Verticalen einen Winkel von 45° bildet; wenn aber die letzteren den Humerus über diese 45° hinaus erheben, so wird das hintere Drittel sofort ihr Antagonist und bewirkt die Senkung des Humerus, bis derselbe auf den Grad der Erhebung herabgedrückt ist, der aus der Contraction dieses hinteren Bündels resultirt.

Somit findet sich jene Meinung Bichat's*), die heut' von mehreren Anatomen bestritten wird, gerechtfertigt: dass der Deltoïdeus gleichzeitig Heber und Herabzieher des Humerus sein könne.

Dieser berühmte Physiologe hatte die Wirkung, den Humerus zu senken, eben sowohl dem vorderen Drittel des Muskels als seinem hinteren Drittel zugeschrieben, während der Versuch beweist, dass sie in Wirklichkeit nur dem letzteren zukommt.

67. Man hat endlich gesehen, dass die Erhebung des Humerus vollständiger ist, wenn sich derselbe bei der Contraction des Deltoïdeus in Rotation nach aussen befindet. So viel ich weiss, ist dieses Factum bei der Mechanik der Bewegungen des Humerus noch nicht verzeichnet worden.

---

*) Anatomie descriptive p. 226. Paris 1846.

§ II. Pathologische Physiologie.

68. Es ist bemerkenswerth, wie sehr die progressive Muskelatrophie das Studium der physiologischen Pathologie des Deltoïdeus begünstigt, sie wirkt nämlich nicht wie die Lähmung, die den Muskel im Ganzen betrifft, sondern sie zerstört partiell und jeden seiner Theile für sich.

Am häufigsten findet sich die mittlere Portion des Muskels zerstört und zwar selbst dann, wenn die vordere und hintere Portion beinahe intact sind.

In diesem Falle ist folgendes zu bemerken: die Erhebung des Armes nach aussen ist noch möglich aber beschränkt, die Erhebung nach vorn und rückwärts ist normal, d. h. sie kann nach vorn bis zur Senkrechten gehen, während sie nach hinten 45° beträgt.

Diese Bewegungen finden in den Thatsachen, die ich in der elektrophysiologischen Studie über den Deltoïdeus entwickelt habe, ihre Erklärung. Sie beruhen auf der Wirkung der vorderen und hinteren Portion des letzteren Muskels.

69. Welche Muskeln aber bewirken die Erhebung gerade nach aussen, wenn die mittlere Portion, die sie im Normalzustande besorgt, fehlt? Dann ziehen sich die beiden noch erhaltenen Portionen des Deltoïdeus synergisch zusammen und bewirken die Erhebung durch ihre associirte Thätigkeit. Da die Kräfte, welche bei der Contraction dieser beiden Portionen den Arm nach vorn oder nach rückwärts zu bringen streben, gleichzeitig wirken, so heben sie sich gegenseitig auf und die Resultante ihrer combinirten Contraction ist eine Bewegung gerade nach aussen wie bei der Contraction der mittleren Portion des Deltoïdeus.

Man begreift indessen, dass diese Erhebung ihre Grenzen haben muss; denn es ist durch die Elektrophysiologie dargethan, dass die hintere Portion des Deltoïdeus, welche mit seiner vorderen Portion zur Erhebung bis auf einen gegebenen Grad mitwirkt, im Gegentheil ihr Antagonist wird, sobald dieser Grad überschritten wird.

Aus diesem Grunde findet die Erhebung des Armes nach aussen durch Contraction der vorderen und hinteren Portion ihre Grenze in derjenigen Wirkung, welche die Grenze für die hintere Portion des Deltoïdeus bildet. Und aus demselben Grunde macht die Erhebung des Armes über dieses Maass hinaus die Erschlaffung der hinteren Portion nothwendig.

Es giebt wenige Atrophien der oberen Extremität, bei denen nicht die mittlere Portion des Deltoïdeus mehr oder weniger zerstört

ist; damit sage ich zugleich, dass ich diese partielle Zerstörung sehr oft beobachtet habe.

Durch diese Thatsachen ist es also wohl erwiesen, dass die Erhebung nach aussen trotz Fehlens der mittleren Portion des Deltoïdeus durch gleichzeitige Contraction seiner vorderen und hinteren Portion ausgeführt werden kann, aber die Erhebung geschieht dann ohne Kraft und ermüdet.

70. Die Folgen der Atrophie der vorderen Portion des Deltoïdeus sind leicht vorauszusehen, wenn man die Wirkung desselben, wie sie die Elektrophysiologie gelehrt hat, genau kennt.

Noch besser aber erhellt die physiologische Bedeutung dieser Portion des Deltoïdeus aus der Pathologie.

Die Individuen mit isolirter Atrophie des vorderen Drittels des Deltoïdeus konnten den Arm noch ziemlich gut gerade nach aussen erheben, ihn nach hinten und nach oben richten, aber sie hatten alle Hebebewegungen nach innen verloren. — Wollten sie die Hand an den Kopf bringen, so hoben sie vermittels der mittleren Portion des Deltoïdeus den Arm nach aussen und beugten den Vorderarm gegen den Oberarm; die Hand aber konnte den Kopf nicht erreichen und deshalb beugten sie diesen nach der gelähmten Seite und gelangten auf diese Weise dazu, den Hut abzunehmen oder die Nahrungsmittel zum Munde zu führen. Es war ihnen unmöglich gerade vor sie gelegte Gegenstände zu ergreifen. Um mit der Hand der kranken Seite die entgegengesetzte Schulter zu erreichen oder um sie zum Munde zu führen, nahmen sie einen andern Weg, aber ohne deswegen zum Ziele zu kommen. Sie erhoben nämlich den Schulterstumpf durch Contraction der mittleren Portion des Trapezius und besonders der oberen Portion des Pectoralis major; der Arm begab sich dann etwas schief nach innen und vorn, drückte sich aber zugleich gegen den Thorax; wenn sie dann den Vorderarm gegen den Oberarm beugten, so gelang es ihnen, die Hand ein wenig höher nach der Schulter oder nach dem Munde hinzubringen, aber nicht sie zu erreichen. Dies ist der Kunstgriff, den ich alle von Atrophie oder Lähmung der vorderen Portion des Deltoïdeus befallenen Individuen instinctiv habe anwenden sehen.

Diese klinischen Thatsachen beweisen hinreichend, dass der Verlust der vorderen Portion des Deltoïdeus eine viel schwerere Störung in den Functionen der oberen Extremität herbeiführt als der Verlust der mittleren Portion dieses Muskels, und dass folglich die vordere Portion von grösserem Nutzen ist.

71. Der Wegfall der hinteren Portion des Deltoïdeus verursacht eine grosse Erschwerung gewisser Bewegungen oder macht sie selbst unmöglich.

Die Kranken, welche an dieser Muskelläsion leiden, können nur mit grosser Schwierigkeit die Hand in ihre Hosentasche stecken, sie können sie auf der gelähmten Seite nicht an die Rückseite des Rumpfes oberhalb der Glutaealgegend bringen, so dass sie ausser Stande sind, sich allein anzukleiden. Versuchen sie, diese Bewegungen auszuführen, so heben sie den Arm gerade nach aussen durch Contraction der mittleren Portion des Deltoïdeus, beugen dann den Vorderarm gegen den Oberarm, indem sie den letzteren in forcirte Pronationsstellung bringen, ohne dass jedoch die Hand auf die Rückseite des Rumpfes gelangt. Sie bringen ausserdem den Oberarm durch Wirkung des Latissimus dorsi nach hinten, dabei aber senkt sich der Arm und nähert sich dem Thorax, so dass die Hand zwar hinter den Rumpf gebracht, aber nicht über die Glutaealgegend erhoben werden kann, wie ich eben gesagt habe.

72. Es giebt noch èine Menge anderer Bewegungen, welche durch diese verschiedenen partiellen Läsionen des Deltoïdeus beeinträchtigt sind; ich würde mich aber der Gefahr aussetzen, meine Arbeit zu weit auszudehnen, wenn ich sie alle aufzählen wollte. Die Beispiele, die ich aufgeführt habe, werden, glaube ich, genügen, um von der verhältnissmässigen Wichtigkeit jeder einzelnen Portion des Deltoïdeus in Hinsicht auf ihre Function eine Vorstellung zu geben.

Bei den meisten Verrichtungen der oberen Extremität ist es erforderlich, dass der Oberarm sich vorher vom Rumpfe entweder nach aussen oder nach vorn oder nach hinten entfernt hat. Beispiele davon habe ich weiter oben bei dem Studium der partiellen Atrophie des Deltoïdeus citirt; es sind also jetzt neue Auseinandersetzungen nicht erforderlich, um die schwere Bedeutung des vollständigen Verlustes des Deltoïdeus darzuthun.

73. Im Vorhergehenden (57) habe ich demonstrirt, dass der Arm durch isolirte Thätigkeit des Deltoïdeus nicht nach aussen und vorn vom Rumpfe entfernt werden kann, ohne dass das Schulterblatt um seine verticale Axe rotirt und sein äusserer Winkel niedergedrückt wird. Man hat ferner gesehen (60), dass der Serratus anticus magnus der einzige Muskel ist, der durch seine Association mit dem Deltoïdeus das Zustandekommen dieser falschen Stellung des Schulterblattes bei der Hebung des Armes verhindert.

Genau so wie bezüglich der die Schulter bewegenden Muskeln

zeigt sich auch bei der Einzelwirkung des Deltoïdeus und des Serratus anticus magnus die klinische Beobachtung in vollständiger Uebereinstimmung mit der elektrophysiologischen Versuchsreihe. In der That sieht man in Folge der Atrophie oder Lähmung des Serratus anticus magnus alle diejenigen Bewegungen eintreten, die aus der isolirten Zusammenziehung der beiden vorderen Drittel des Deltoïdeus resultiren. Ich werde den Beweis dafür liefern. Das Individuum, dessen Schulterstellung im Ruhezustand auf Fig. 2 S. 7 abgebildet ist, bei dem man, wie ich schon gesagt habe, eine Atrophie des Serratus anticus magnus in dieser Haltung nicht hätte vermuthen können, bot auf der rechten Seite alle Zeichen, welche die isolirte Contraction des Deltoïdeus ankündigen, sobald es die beiden Arme nach vorne streckte. (Fig. 11 und 12 stellen diese pathologische Bewegung nach der Natur gezeichnet, in dem Augenblicke dar, wo der Patient die beiden oberen Extremitäten nach vorn brachte). Demgemäss wurde der untere Winkel *A* Fig. 11 des rechten Schulterblattes der Mittellinie genähert und etwas erhoben, anstatt eine Bewegung von innen und hinten nach aussen und vorn auszuführen wie auf der gesunden Seite *A* Fig. 12.

Der spinale Rand *B* Fig. 11 desselben rechten Schulterblattes entfernte sich um 4 cm. von der Thoraxwand und führte zur Entstehung einer Rinne mit nach innen gerichteter Concavität, die den ganzen zwischen diesem spinalen Rande und der entsprechenden Gegend des Thorax begriffenen Raum einnahm, während derselbe Rand auf der gesunden Seite an die Rippenwand angelehnt blieb und eine Richtung schief von oben und innen nach unten und aussen annahm.

Hielt man diese Erscheinungen mit denjenigen zusammen, die ich durch die Faradisation hervorgerufen hatte, so erwiesen sie auf das evidenteste, dass der Deltoïdeus des Individuum's auf der rechten Seite bei der willkürlichen Erhebung des Arms auf seine eigenen Kräfte angewiesen war. Um den Beweis vollständig zu machen, brachte ich mit den Elektroden *C* Fig. 13 den Deltoïdeus auf der gesunden Seite zur Contraction, während der Patient seinen rechten Arm horizontal erhoben hielt: dann sah man sofort sein linkes Schulterblatt *B* eine fehlerhafte Stellung einnehmen, die der pathologischen Haltung des anderen Schulterblattes ganz ähnlich war, so dass beide Schulterblätter sich wie zwei Flügel vom Thorax abzuheben schienen.

Aus der Gesammtheit dieser künstlich hervorgebrachten und der pathologischen Erscheinungen geht also hervor, dass bei diesem

Individuum der rechte Deltoïdeus bei der willkürlichen Erhebung des Armes auf seine eigenen Kräfte angewiesen, dass somit der Serratus anticus magnus atrophirt war.

Schliesslich werde ich mittelst der folgenden elektromuskulären Untersuchung beweisen, dass der Muskel, dessen synergische Thätigkeit bei der Abhebung des Armes nach vorn oder nach aussen fehlte, wirklich der Serratus anticus magnus war. Ich setzte abwechselnd auf jeder Seite die Elektroden auf die zugänglichen Digitationen des Serratus anticus magnus und bewirkte so links, wo der Muskel intact war, die Bewegungen, die man normaler Weise durch seine Contraction erhält, wie man Fig. 8 S. 25 sieht; rechts dagegen brachte die locale Faradisation an denselben Punkten keine Bewegung hervor. Der krankhafte Zustand des rechten Serratus anticus magnus liess sich also durch diesen Versuch in evidenter Weise darthun.

Fig. 13.



74. Welches ist nun die Ursache der durch die isolirte Contraction des Deltoïdeus dem Schulterblatt ertheilten abnormen Bewegungen?

1) Unstreitig drückt das Gewicht der oberen Extremität den äusseren Winkel des Schulterblattes bei der willkürlichen Erhebung herunter. Man kommt naturgemäss auf die Vorstellung, dieser selben Wirkung der Schwere der oberen Extremität auch die anderen Störungen zuzuschreiben, die in der Stellung des Schulterblattes beobachtet werden, wenn ein Individuum, das seines Serratus anticus

---

Fig. 13. Pathologische Bewegung des rechten Schulterblattes während der Erhebung des Armes, verursacht durch Lähmung des Serratus anticus magnus. — Dieselbe abnorme Bewegung des linken Schulterblattes durch elektrische Reizung des linken Deltoïdeus.

magnus beraubt ist, den Arm erhebt. Dieser Meinung gab ich in einer Arbeit über die Functionen der Schultermuskeln, die ich im Jahre 1852 an die Academie der Medicin gerichtet habe, Ausdruck*). Ich beeile mich anzuerkennen, dass sie irrig war, und werde es auf experimentellem Wege beweisen.

Wenn nämlich das Gewicht der Extremität die wahre Ursache der Entstellungen ist, die in Folge der Atrophie des Serratus anticus magnus im Augenblicke der Erhebung des Armes zum Vorschein kommen, so muss man im Stande sein, sie dadurch hervorzurufen, dass man den Arm des Kranken passiv erhebt, so dass man das Gewicht desselben auf den äusseren Winkel des Schulterblattes wirken lässt. Obwohl ich nun diesen Versuch angestellt habe, so habe ich auf der kranken Seite nicht mehr erreicht als auf der gesunden Seite und zwar auch dann nicht, wenn ich sogar stark auf den Schulterstumpf drückte.

Ich schloss aus diesem Versuch, dass zwar unstreitig das Gewicht des Armes den äusseren Winkel des Schulterblattes niederdrücken muss, dass aber diese Ursache nicht ausreicht, die anderen abnormen Bewegungen der Scapula nach Läsion des Serratus anticus magnus zu erzeugen.

2) Die folgenden Versuche werden, hoffe ich, die wahre Ursache dieser abnormen Bewegungen kennen lehren. Wenn man wie vorher den Arm des Kranken erhoben hält, so sieht man, sobald durch locale Faradisation die Contraction des Deltoïdeus bewirkt wird, genau dieselbe Entstellung eintreten, wie wenn das Individuum seinen Arm willkürlich erhebt. Es ist sogar nicht nothwendig, den Arm erhoben zu halten, damit die künstliche Contraction des Deltoïdeus dem Schulterblatte diese abnorme Bewegung ertheilt. Man erhält bei der Contraction des Deltoïdeus durch Faradisation noch dann dieselben Bewegungen, wenn auch etwas weniger ausgesprochen, wenn der Arm in paralleler Richtung zum Rumpfe gehalten wird. Endlich ergeben diese selben Versuche an Individuen, bei denen sich der Serratus anticus magnus normal verhält, identische Resultate, wenn auch geringeren Grades.

Durch diese letzteren Versuche wird also bewiesen, dass die abnormen Bewegungen, die bei isolirter Contraction des Deltoïdeus vom Schulterblatte ausgeführt werden, auf die Einzelwirkung dieses Muskels auf das Schulterblatt bezogen werden müssen.

---

*) Bulletin de l'Académie de médecine. 1851—52 t. XXVII p. 1097.

75. Den Mechanismus der durch diese isolirte Contraction des Deltoïdeus dem Schulterblatt ertheilten Bewegungen kann man auf folgende Weise erklären.

1) Das Bündel des Deltoïdeus, welches von der Impressio deltoïdea zur Spina scapulae geht, ist schief von aussen und vorn nach innen und hinten gerichtet; man begreift daher, dass sich durch seine Verkürzung die Scapula um ihren äusseren Winkel dreht und ihr spinaler Rand vom Thorax entfernt.

2) Das Bündel, welches sich an das Acromion anheftet, senkt den äussern Winkel des Schulterblattes und bewirkt eine Drehung des letzteren um den Kopf des Humerus, so dass sich sein unterer und innerer Winkel erhebt und der untere Winkel der Mittellinie nähert.

76. Das Bündel des Serratus anticus magnus, welches sich an den spinalen Rand der Scapula anheftet, dient dazu, den spinalen Rand dieses Knochens, den das hintere Drittel des Deltoïdeus vom Thorax zu entfernen trachtet, an denselben angedrückt zu halten, während das radiäre Fascikel des Serratus anticus magnus in entgegengesetztem Sinne, wie das Acromialbündel des Deltoïdeus, sehr kräftig auf den unteren Winkel des Knochens wirkt. Die Richtigkeit dieser Erklärung lässt sich durch die isolirte Contraction jeder dieser Muskelportionen demonstriren.

Fig. 14.



77. Wenn zur Atrophie des Serratus anticus und der unteren Hälfte des Trapezius noch die Atrophie des Rhomboïdeus hinzukommt, so bildet sich während der willkürlichen Erhebung des Armes zwischen dem Schulterblatt und dem Thorax nicht mehr eine einfache Rinne, sondern eine tiefe Aushöhlung, in die man die flache Hand vollständig hinein-

Fig. 14. Stellung des Schulterblattes während der Erhebung des Armes bei einem Individuum, das seinen Serratus anticus magnus, seinen Rhomboïdeus und das untere Drittel seines Trapezius verloren hat.

legen kann, und in der man sogar bis zur Achselhöhle in die Tiefe dringen kann, wie ich es einmal gesehen habe. Ich habe ein Beispiel davon nach der Natur zeichnen lassen (s. Fig. 14).

Wenn zur Atrophie des Serratus anticus magnus die der drei Portionen des Trapezius hinzukommt, so ist die Stellung, die das Schulterblatt bei Erhebung des Armes annimmt, nicht mehr dieselbe, wie in den vorhergehenden Fällen. Die Figuren 9 und 10 zeigten die fehlerhafte Stellung der Scapula, die schon während der Muskelruhe besteht, bei zwei Individuen, die diese Muskeln oder Muskelportionen verloren hatten. Bei willkürlicher Erhebung des Armes wird nun die fehlerhafte Stellung in diesen Fällen unendlich gesteigert. Die Hebelbewegung, wodurch der untere Winkel des Schulterblattes erhoben, sein äusserer Winkel dagegen gesenkt wird, ist dann bei weitem stärker ausgesprochen. Die Erhebung des unteren Winkels ist so bedeutend, dass der äussere Rand des Schulterblattes eine Richtung schief von oben und hinten nach unten und vorn annimmt und dass der innere Winkel durch seine Erhebung die Haut an den seitlichen Partieen des Halses aufhebt, wie man es auf Fig. 15 sieht.

Diese klinischen Thatsachen zeigen, wie nützlich die synergische Mitwirkung des Rhomboïdeus und des Trapezius während der willkürlichen Erhebung des Armes ist.

78. Aus meinen elektrophysiologischen Versuchen hat sich ergeben, dass die Erhebung des Armes über die Horizontallinie durch die gleichzeitige Thätigkeit des Deltoïdeus und des Serratus anticus magnus oder des mittleren Drittels des Trapezius erreicht werden kann. Die beiden letzteren Muskeln sind also im Stande, sich in der Wirkung den Arm zu erheben wechselseitig zu vertreten.

Diese elektrophysiologische Thatsache wird auch durch die Pathologie bestätigt, jedoch mit einigen Einschränkungen, die sich auf die Thätigkeit der mittleren Portion des Trapezius beziehen. Die letztere muss nämlich sehr entwickelt sein und eine grosse Kraft besitzen, um im Stande zu sein, zusammen mit dem Deltoïdeus und ohne Dazwischenkunft des Serratus anticus magnus den Willensact der Drehung des Schulterblattes um seinen inneren Winkel, wodurch der Arm über die Horizontallinie erhoben wird, auszuführen. Aber auch dann noch ist der Trapezius nicht im Stande, die verticale Erhebung zu bewirken.

Wenn auch der Serratus anticus magnus die mittlere Portion des Trapezius zum Zwecke der senkrechten Erhebung des Armes

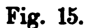


Fig. 15.



Fig. 15. Diese Figur ist nach der Natur gezeichnet und stellt ein Individuum dar, das mit generalisirter progressiver Muskelatrophie behaftet ist, dasselbe, von dem die Rückseite des Rumpfes auf Fig. 9 S. 35 abgebildet worden ist. — Dieses Individuum hat einen grossen Theil der Pectorales und seiner Bauchmuskeln verloren, die Trapezii, die Serrati antici magni, der linke Rhomboïdeus, die Latissimi dorsi sind atrophirt. — Am linken Arme sind kaum noch einige Spuren vom Biceps vorhanden, während der Triceps

immer ersetzen kann, so resultirt nichts destoweniger aus dem Wegfall dieser letzteren Muskelwirkung eine beträchtliche Abschwächung bei allen Bewegungen der Oberextremität, sobald der Oberarm sich vom Rumpfe entfernt, und ganz besonders, wenn er über die Horizontallinie erhoben wird.

79. Die mangelnde Wirkung des Serratus anticus magnus nimmt der oberen Extremität einen Theil ihrer Kraft, ohne deswegen ihre Verrichtungen so schwer zu beeinträchtigen, wie der Verlust des Deltoïdeus. Folglich ist dieser letztere Muskel nützlicher als der erstere. Der in Fig. 14 abgebildete Kranke war seines Serratus anticus magnus beraubt und konnte trotzdem einen kleinen Wagen, dessen Handgriffe er in jeder Hand hielt, vor sich herfahren. — Er war Gemüsehändler. — Er brachte die Hand zum Munde, an den Kopf, an die entgegengesetzte Schulter, machte mit einem Worte eine Menge Bewegungen, die demjenigen, der den Gebrauch des Deltoïdeus verloren hat, ganz gewiss unmöglich sind.

Die in dem vorstehenden Artikel dargelegten Versuche sind an einer grossen Zahl von Individuen öffentlich angestellt worden, und die klinischen Thatsachen, die die Versuche bestätigen, sind meistens in den Hospitälern gesammelt worden. Seit mehreren Jahren vergeht fast kein Tag, ohne dass ich Gelegenheit habe, vor Männern, die zu den hochgestelltesten in der Wissenschaft gehören, meine Versuche zu wiederholen. Es wäre sicher sehr interessant gewesen, die Krankengeschichten aller Individuen, an denen ich diese Versuche gemacht habe, mitzutheilen, aber ich hätte dann über die Grenzen, die ich mir gesteckt habe, hinausgehen müssen.

---

noch ziemlich umfangreich ist; umgekehrt verhält es sich mit dem rechten Arm. Der Deltoïdeus ist rechts atrophisch, links sehr entwickelt. Der Supinator longus ist jederseits vollkommen verschwunden (was dem Vorderarm die spindelförmige Gestalt verleiht), die anderen Muskeln des Vorderarms und der Hand sind intact. An den Unterextremitäten hat die Atrophie die Muskeln des Oberschenkels, besonders an der Vorderseite desselben, befallen, diejenigen des Unterschenkels und des Fusses hat sie aber verschont. — Das Individuum ist dargestellt, während es seine Arme so weit wie möglich nach vorn erhebt. in Folge dessen sind die Arme in der Verkürzung gesehen. Die Erhebung ist sehr beschränkt, wie man auf der Figur sieht. Während derselben verschieben sich die Schulterblätter, so dass ihre Anguli interni *A* einen beträchtlichen Vorsprung an den Seiten des Halses erzeugen. Dabei nimmt auch die Rückenkrümmung des Patienten, die in Folge der Atrophie seiner Bauchmuskeln schon für gewöhnlich sehr ausgesprochen ist, noch weiter zu, und der Rumpf wird nach hinten über gebeugt.

Meine Untersuchungen über die Verrichtungen und die Affectionen des Serratus anticus magnus beruhen auf mehr als 10 klinischen Beobachtungen. Sie mögen im Auszuge folgen:

1) 18jähriger Mann Namens Javais, Ciseleur, explorirt im Jahre 1851 in der Charité, Abtheilung von Briquet: Atrophie des Serratus anticus magnus, noch wenig vorgeschritten, mit vollständiger Atrophie des unteren Drittels und der unteren Hälfte des Trapezius. — Bei diesem Kranken hatte die Atrophie an den Händen angefangen und zur Zeit, da ich ihn beobachtete, schon eine ganze Anzahl anderer Muskeln vernichtet, sie zeigt die Tendenz allgemein zu werden (siehe Figur 1).

2) Vergalet, Bürstenbinder, 34 Jahr: Atrophie des Serratus anticus magnus, des unteren Drittels und eines grossen Theils des mittleren Drittels des rechten Trapezius, in Folge von Ueberanstrengung. Die Atrophie war hier noch nicht auf Muskeln anderer Gegenden übergegangen (s. Fig. 2, 5, 11, 12, 13).

3) Berniol, 41 Jahr, Gemüsehändler, untersucht in der Charité, Abtheilung Gerdy's, 1849: Atrophie des Serratus anticus magnus, der untern Hälfte des Trapezius und des Rhomboïdeus der rechten Seite, Ursache unbekannt (siehe Fig. 14).

4) Rousseau, 38 Jahr alt, Tischler: atrophische Lähmung des Serratus anticus magnus. Dieser Mann war in Folge eines Sturzes von beträchtlicher Höhe von allgemeiner Lähmung betroffen worden. Nach einjähriger Behandlung waren die Bewegungen in den meisten Muskeln wiedergekehrt, aber einige davon waren atrophisch geblieben und unter Andern der Serratus anticus magnus. Dies ist das einzige Mal, dass ich Gelegenheit gehabt habe, die Atrophie des Serratus anticus magnus bei vollkommener Integrität der andern Muskeln, die die Schulter gegen den Rumpf und den Arm gegen die Schulter bewegen, zu beobachten. Die pathognomonischen Zeichen der Lähmung des Serratus anticus magnus waren in diesem Falle während der Hebung des Armes eben so stark ausgeprägt, wie wenn der Trapezius gleichzeitig lädirt ist.

5) Herr B., 22 Jahr alt, im Jahre 1853 untersucht: vollständige Atrophie des Serratus anticus magnus, der drei Portionen des Trapezius, des linken Rhomboïdeus und unvollständige Atrophie des linken Levator anguli scapulae und des rechten Rhomboïdeus. — Die Atrophie hat fast alle Gegenden befallen, gewisse Muskeln jedoch respectirt, unter Andern die der Vorderarme und der Unterschenkel. Im Gesicht ist der Orbicularis oris vollständig verschwunden, was ihm einen ganz eigenthümlichen Ausdruck verleiht. Dieser Kranke ist mir von Prof. Gerdy zugewiesen worden (s. Fig. 9 und 15).

6) Frau X., untersucht im Jahre 1852: Atrophie der Serrati antici magni und der Trapezii mit Ausschluss des Clavicularbündels. Die meisten Rumpfmuskeln waren bei dieser Kranken atrophirt. Sie hatte auch ihren Orbicularis oris verloren. An mich gewiesen von Dr. Debout, mit dem ich den Fall zusammen beobachtet habe.

7) Frau X., 25 Jahr alt: Atrophie der Serrati antici magni, der Trapezii und der Rhomboïdei. Die Atrophie ist bei dieser Kranken generalisirt, ob-

gleich gewisse Muskeln vollständig intact sind. Der Orbicularis oris ist ganz und gar atrophisch. Diese Kranke ist mir von Herrn Bouvier zugewiesen worden, ich habe sie in die Charité, Abtheilung Cruveilhier, aufnehmen lassen (s. Fig. 10).

8) Herr X., untersucht im Jahre 1852. Atrophie des Serratus anticus magnus, der Trapezii und der Rhomboïdei. — Dieser Fall bietet mit dem fünften eine grosse Analogie in Folge seiner Generalisation und der Muskeln, die von der progressiven Muskelatrophie ergriffen sind. Am Rumpfe sind ebenfalls dieselben Muskeln zerstört; an den obern Extremitäten die Muskeln des Vorderarms, an den Unterextremitäten sind die Muskeln des Unterschenkels sehr entwickelt, während die Muskeln des Oberarms und des Oberschenkels mehr oder weniger atrophirt sind. Im Gesicht ist der Orbicularis oris nicht mehr zu finden.

(Alle Gesichter, die dieses letzteren Muskels beraubt sind, bieten denselben Anblick, die Lippen sind dick und hängend und der Mund ist weit offen.)

9) Herr X., 38 Jahr alt, Professor der Philologie am Kaiserl. Gymnasium zu Moskau, untersucht im Jahre 1853. Atrophie der Serrati antici magni, der Trapezii, der Rhomboïdei. Die Muskeln des Rumpfes und der oberen Extremitäten sind mehr oder weniger atrophirt, aber die der Unterextremitäten sind intact.

In den Fällen 5, 6, 7, 8, 9 und 10, ist die Stellung des Schulterblattes während der Muskelruhe und während der Hebung des Armes ungefähr dieselbe.

10) Hospital der Klinik No. 9. Untersucht im Jahre 1853: atrophische Lähmung durch traumatische Verletzung des Serratus anticus magnus und des Deltoïdeus; die Rotatoren des Humerus und die Flexoren des Vorderarmes gegen den Oberarm sind in gleicher Weise lädirt.

Im Vergleich zu den Atrophien der anderen, die Schulter gegen den Rumpf bewegenden Muskeln sind die des Serratus anticus magnus selten. Wenn ich zur Zahl der Atrophien des Serratus anticus magnus die anderen gewöhnlichen partiellen Atrophien hinzufügte, so hätte ich leicht etwa hundert Beobachtungen zusammenbringen können. Ich will damit sagen, dass meine elektropathologischen Untersuchungen über die Schulter auf einer grossen Zahl von Fällen beruhen; wenn ich in diesem Capitel oft Versuche, die an demselben Kranken angestellt sind, berichtet habe, so geschah dies nur, um die Aufmerksamkeit des Lesers nicht zu ermüden. Ich hätte seine Zeit und seine Geduld sicher missbraucht, wenn ich den ausführlichen Bericht über alle diese Beobachtungen gebracht hätte.

Diese Anmerkung ist i. J. 1855 redigirt worden. (Duchenne, De l'électrisation localisée. Paris 1855.) Seitdem habe ich sehr viele andere Fälle von Lähmung oder Atrophie des Serratus anticus magnus beobachtet, von denen ich den Auszug im Anschluss an die vorstehenden Fälle mittheilen könnte. Alle haben die physiologischen Thatsachen bestätigt, die im vorhergehenden Paragraphen entwickelt worden sind.

Zweiter Artikel.

Supraspinatus.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

Bei der elektrischen Reizung des Musculus supraspinatus bemerkt man folgendes: 1) der Arm erhebt sich schief nach vorn und aussen, zu gleicher Zeit rotirt er um seine Längsaxe von aussen nach innen; 2) der äussere Winkel des Schulterblattes senkt sich, während sein unterer Winkel der Mittellinie genähert wird und sein spinaler Rand eine schief von unten und innen nach oben und aussen gehende Richtung annimmt.

B. Bemerkungen.

80. Aus den vorhergehenden Versuchen geht hervor, dass der Supraspinatus ein Erheber des Armes ist.

Man hatte diese Thatsache gelehrt, ohne sie bewiesen zu haben.

Diese Wirkung des Supraspinatus ist kräftiger als man glauben sollte; der elektrophysiologische Versuch kann, wie ich bald zeigen werde, von dem Grade der Erhebung, die er dem Humerus ertheilt, keine so vollständige Vorstellung geben wie die pathologische Beobachtung.

81. Der Supraspinatus kann den Humerus nur erheben, indem er ihm die Richtung nach aussen und eine leichte Rotationsbewegung nach innen ertheilt; indessen werden diese letzteren Bewegungen nur mit geringer Kraft ausgeführt, denn man kann während der Erhebung des Humerus durch diesen Muskel den Arm des Individuums nach vorn oder rückwärts bringen und ihm eine Rotationsbewegung von innen nach aussen ertheilen, ohne Widerstand zu finden.

82. Der Supraspinatus ist also ein Hülfsmuskel des Deltoïdeus für die Erhebung des Armes und wirkt nicht antagonistisch, wenn der Arm durch Contraction der vorderen oder hinteren Portion dieses letzteren Muskels nach vorn oder rückwärts gerichtet wird.

83. Der Supraspinatus ist nicht nur insofern ein Hülfsmuskel des Deltoïdeus, als er die Erhebung des Armes mit einer gewissen Kraft bewirkt; seine Mitwirkung ist ausserdem nothwendig, um den Kopf des Humerus während der Erhebung des Armes mit der Gelenkhöhle in Contact zu erhalten. Ich habe nämlich bei meinen Ver-

suchen bemerkt, dass während der Erhebung des Armes durch isolirte Contraction des Deltoïdeus der Kopf des Humerus die Tendenz hat, die Gelenkhöhle zu verlassen und sich nach unten zu subluxiren. Man begreift also, wie nützlich es unter diesen Umständen ist, dass der Humeruskopf fest erhoben gehalten und gegen die Gelenkhöhle gedrückt wird; mit dieser Wirkung ist speciell der Supraspinatus betraut.

84. Wie man gesehen hat, erzeugt die Contraction des Supraspinatus ebenso wie die des Deltoïdeus eine Depression des äusseren Winkels des Schulterblattes und die Erhebung seines unteren Winkels unter gleichzeitiger Annäherung desselben an die Mittellinie; er widersetzt sich folglich der Hebelbewegung des Schulterblattes, welche zur senkrechten Erhebung des Armes erforderlich ist.

Dadurch wird bewiesen, dass die synergische Mitwirkung des Serratus anticus magnus für ihn ebenso erforderlich ist wie für den Deltoïdeus.

§ II. Pathologische Physiologie.

85. Wie ich schon gesagt habe, ist man selten im Stande, einen Muskel durch elektrische Reizung ebenso energisch zur Contraction zu bringen wie durch den Willen. Diese Bemerkung ist ganz besonders auf den Supraspinatus anwendbar. So habe ich denn über die Kraft dieses Muskels und über den Umfang der Bewegung, die er dem Humerus ertheilt, erst dann richtig urtheilen können, wie ich gesehen habe, dass durch ihn unter Mitwirkung des Trapezius und des Serratus anticus magnus bei einem Individuum, dessen Deltoïdeus vollständig atrophirt war, der Humerus senkrecht erhoben wurde. Diese wichtige Beobachtung mag hier im Auszug folgen:

In meine Privatklinik wird ein Mann geschickt, der schon über ein Jahr an rheumatischen Schmerzen in den Muskeln litt, die den Arm gegen die Schulter bewegen. Ich constatire, dass die geringste Bewegung, die er dem Arme ertheilen will, sehr lebhafte Schmerzen in der Schulter und den benachbarten Muskelmassen hervorbringt, und dass die willkürliche Erhebung desselben unmöglich ist. Der Deltoïdeus war atrophirt, die Haut dem Kopf des Humerus prall anliegend, dessen Umriss sich auf diese Weise abzeichnete; bei der elektrischen Untersuchung fand man vom Deltoïdeus nicht mehr die geringste Spur.

Die Unmöglichkeit, den Arm zu erheben, musste man in diesem Falle mehr der Zerstörung dieses Muskels als den rheumatischen

Schmerzen zuschreiben, denn obwohl ich annahm, dass der Supraspinatus ein Hülfsmuskel zur Erhebung des Armes ist, so gestehe ich doch, dass ich das Zustandekommen dieser Bewegung ohne Hülfe des Deltoïdeus für unmöglich hielt. Als aber der Kranke unter Einwirkung mehrerer elektrocutaner Reizungen, die loco dolenti applicirt wurden, von seinen rheumatischen Schmerzen geheilt war, wurde ich dadurch äusserst überrascht, dass ich ihn seinen Arm ohne Anstrengung senkrecht erheben sah. Während dieser Bewegung wurde der Arm schief nach vorn und aussen gebracht und der Humerus führte eine Drehbewegung um seine Axe nach innen aus. Ich habe mich versichert, dass der atrophische Deltoïdeus an dieser Bewegung nicht theilgenommen haben konnte, und dass die Erhebung des Armes unter diesen Umständen durch den Supraspinatus, natürlich mit Unterstützung durch die Hülfsmuskeln des Deltoïdeus, den Serratus anticus magnus und das mittlere Drittel des Trapezius, bewirkt wurde. Die Kraft dieser Bewegung betrug nur wenige Kilogramm, wozu selbstverständlich noch die Kraft gerechnet werden muss, die darauf verwandt wurde, die Schwere des Armes zu überwinden.

Der Patient konnte den Arm nur in der soeben angegebenen Richtung erheben, und wenn er ihn weiter nach innen richten wollte, — was er nur durch Contraction des oberen Drittels des Pectoralis major ermöglichte —, so wurde der Arm bis etwas unter die horizontale Richtung gesenkt.

Dieses Factum der pathologischen Physiologie (die vollständige Erhebung des Armes trotz der Zerstörung des Deltoïdeus) war so unerwartet, dass ich die Aufnahme des Kranken in eine Abtheilung des Hôtel Dieu, Salle St.-Agnes, Abtheilung von Trousseau, veranlasste, damit er dort öffentlich beobachtet und auf diese Weise authentischer würde.

Alles in Allem wird durch die klinische Beobachtung erwiesen, dass der Supraspinatus für sich allein den Humerus gegen das Schulterblatt bis zur selben Höhe erheben kann, wie der Deltoïdeus; aber zum Unterschiede von diesem, welcher durch die aufeinander folgende Contraction seiner verschiedenen Muskelbündel den Arm nach vorn, nach aussen oder nach hinten bringt, ist er nur im Stande, ihn schief nach vorn und aussen zu bringen, und zwar mit einer verhältnissmässig geringen Kraft.

86. Es war nöthig, diese bedeutende Kraft der Hebewirkung des Supraspinatus festzustellen, denn sie war von einem Anatomen, der mit gutem Rechte die grösste Autorität in der Muskelphysiologie

geniesst, von Winslow, in Zweifel gezogen worden: „Man betrachtet ihn", sagt er, „zusammen mit dem Deltoïdeus als Heber des Armes, und behauptet, dass der Supraspinatus die Erhebung des Armes beginnt, der Deltoïdeus sie fortsetzt oder vollendet. Aber abgesehen davon, dass er zu klein ist, scheint dieser Muskel der Gelenkverbindung des Caput humeri zu nahe und im Verhältniss zu der ganzen schweren und langen Oberextremität zu klein, als dass man dieser Verrichtung sicher sein könnte."

87. Eine der wichtigsten Functionen des Supraspinatus ist, wie ich schon gesagt habe, die, den Kopf des Humerus mit der Gelenkhöhle in Berührung zu erhalten, besonders wenn er sich synergisch mit den anderen den Arm bewegenden Muskeln zusammenzieht.

In dieser Hinsicht hat mich nämlich die klinische Beobachtung folgendes gelehrt: bei einigen Individuen, deren Supraspinatus, Infraspinatus und Trapezius atrophirt waren, konnte ich beobachten, dass während der Erhebung des Armes (durch den Deltoïdeus und Serratus anticus magnus) häufig eine Subluxation des Humeruskopfes im Schulterblatt-Oberarmgelenk, entweder nach hinten oder nach unten stattfand.

Dieselben Individuen konnten auch durch den Willen den Kopf des Humerus nach hinten subluxiren und ihn dann wieder in die Gelenkhöhle zurückbringen, während der Arm senkrecht herunter hing. Die pathologischen Bewegungen in diesem Falle werden durch Contraction des Teres major oder der langen Portion des Triceps brachii hervorgebracht und werden unmöglich, wenn der Supraspinatus intact ist, wenn auch sogar der Deltoïdeus vollständig atrophirt ist.

88. Auch als lebendiges Ligament der Articulatio scapulo-humeralis ist der Supraspinatus von grossem Nutzen. Dies stellt sich besonders deutlich heraus, wenn ausserdem noch der Deltoïdeus atrophirt ist. Dann zeichnet sich nicht allein der Kopf des Humerus reliefartig unter der aufliegenden Haut ab, sondern es besteht zwischen ihm und dem Rande des Acromion eine Depression, die um so beträchtlicher ist, je weiter derselbe, nicht mehr gehalten vom Supraspinatus, sich gesenkt hat. Wenn der Deltoïdeus allein atrophirt ist, so tritt diese Diastase nicht ein; — bei dem Individuum der vorhergehenden Beobachtung bestand sie nicht.

89. Nach Winslow hätte der Supraspinatus hauptsächlich die Bestimmung, den Kopf des Humerus herabzudrücken oder zu verhindern, dass er sich über die Gelenkhöhle erhebt, sobald, wie er

sagt, der mächtige Deltoïdeus in der ersten Zeit seiner Contraction ihn über die Gelenkhöhle erheben und kräftig gegen das Acromion treiben muss. Daraus würde folgen, dass die Erhebung des Humerus durch den Deltoïdeus, sobald die Mitwirkung des Supraspinatus dabei fehlt, eine Reibung seines Kopfes gegen das Acromion verursachte.

Nun, diese Hypothese ist weder durch die klinische Beobachtung, noch durch das elektrophysiologische Experiment gerechtfertigt. Bei dem Individuum, dessen Supraspinatus atrophirt war, habe ich beispielsweise eine solche Reibung des Humeruskopfes gegen das Acromion während der Hebung des Armes nicht beobachtet; sie findet auch nicht statt, wenn man durch die locale Faradisation den Deltoïdeus isolirt zur Contraction bringt.

Dritter Artikel.

Infraspinatus, Teres minor und Subscapularis.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

I. Die elektromusculäre Versuchsweise zeigt, dass der Teres minor dem Humerus dieselben Bewegungen ertheilt wie der Infraspinatus. Ich werde ihn also als einen Anhang des letzteren betrachten.

II. Sobald man die Infraspinatus und Teres minor genannten Muskeln faradisirt, so führt die Oberextremität in der Muskelruhe und bei senkrecht zur Seite des Rumpfes herabfallendem Arme eine Rotation von innen nach aussen aus. Man könnte sie deshalb Rotator humeri posticus nennen.

Der Umfang dieser Rotationsbewegung beträgt dann den achten Theil eines Kreises; wenn aber zur Zeit der Reizung des Infraspinatus der Arm sich im höchsten Grade seiner Rotation nach innen befindet, so beträgt der Umfang der Rotationsbewegung nach aussen einen Viertelkreis.

III. Wenn während dieses Versuches der Vorderarm gegen den Oberarm gebeugt und in die Rotation nach innen gestellt ist, so beschreibt er einen Viertelkreis um die Längsaxe des Armes.

IV. Die elektrische Erregung des Infraspinatus ertheilt dem Arme in jeder Lage dieselbe Rotationsbewegung von innen nach

aussen, ob er sich nun gesenkt oder nach vorn oder nach hinten gehoben befindet.

V. Der Musculus subscapularis kann wegen seiner Lage am gesunden Menschen nicht isolirt und direct faradisirt werden. Aber bei Individuen, deren Teres major und Latissimus dorsi atrophisch waren, ist es mir möglich gewesen, die Elektroden in der Gegend des unteren Bündels des Subscapularis anzusetzen und dessen Contraction zu erzielen.

Dadurch ferner, dass ich die Elektroden über verschiedene Punkte des Plexus brachialis oberhalb des Schlüsselbeins wandern liess, habe ich bisweilen die indirecte Contraction des Subscapularis erhalten, aber freilich dann immer complicirt mit der Contraction anderer Muskeln und zwar gewöhnlich der des Pectoralis major, des Latissimus dorsi und des Serratus anticus magnus, sei es jedes einzeln, sei es aller Muskeln zusammen. Bei allen diesen Versuchen constatirt man, dass der Arm eine Rotationsbewegung genau im entgegengesetzten Sinne wie durch den Infraspinatus ausführt.

B. Bemerkungen.

90. Durch den elektrophysiologischen Versuch ist soeben bewiesen worden, dass der Umfang der Rotationsbewegung von innen nach aussen, die der Arm unter dem Einflusse der Contraction des Rotator humeri posticus um seine Längsaxe beschreibt, einen Viertelkreis beträgt, wenn der Arm zur Zeit des Versuches in Rotation nach innen gestellt ist.

Diese Thatsache wird besonders deutlich sichtbar, wenn dabei der Arm erhoben und der Vorderarm gegen ihn gebeugt gehalten wird, denn man sieht dann den letzteren um die Längsaxe des Humerus rotiren und gleichsam als Radius des Kreises genau einen Viertelkreis um dieselbe beschreiben.

91. Weniger leicht ist es aber, den Umfang dieser Rotationsbewegung festzustellen, wenn der Vorderarm sich in Streckung befindet. Man kann es indessen auch dann in folgender Weise genau beobachten. Wenn der Arm vertical zur Seite des Rumpfes herabfällt und in grösstmöglicher Rotation nach innen gehalten wird, so bemerkt man, dass der Condylus internus nach hinten, der Condylus externus nach vorn gerichtet ist. Hat dann der Humerus unter dem nfluss einer starken elektrischen Reizung des Rotator humeri sticus (Infraspinatus) seine Rotationsbewegung nach aussen geicht, so sieht der Condylus internus nach innen und der Condylus

externus nach aussen. Dann haben also diese beiden Knochenvorsprünge jeder einen Viertelkreis von innen nach aussen beschrieben.

Es ist wohl nicht nöthig hinzuzufügen, dass wenn die Oberextremität ohne Zwischenkunft jeder Muskelbewegung natürlich zur Seite des Körpers herabfällt, der Humerus sich in einer intermediären Stellung zwischen der Rotation nach aussen und der Rotation nach innen befindet und dass folglich die Rotationsbewegung nach aussen, von der die Rede ist, nur noch die Ausdehnung eines Achtelkreises hat. Die Kenntniss der vorstehenden Thatsachen ist, wie man in der Folge sehen wird, von besonderem Interesse für das Studium des Mechanismus gewisser Supinationsbewegungen.

92. Der Umfang, den die Rotationsbewegung des Humerus nach aussen durch den Infraspinatus hat, bleibt sich bei jeder Stellung des Armes gleich, ob er nun in beliebigem Grade gehoben oder gesenkt oder nach vorn oder nach hinten gestellt sein mag.

93. Diese Rotationsbewegung des Humerus musste vollkommen selbstständig sein, d. h. es musste die Möglichkeit vorliegen, dass sie stattfand, ohne der Bewegung nach oben, nach vorn oder nach hinten entgegenzuwirken.

Wie ich constatirt habe, erfüllt der Infraspinatus diese Bedingungen. Bringt man ihn nämlich bei gesenktem Arm zur Contraction, so macht der Arm nicht die geringste Bewegung nach aussen oder nach hinten, während er um seine Längsaxe rotirt; und hält man ihn unter entgegengesetzten Verhältnissen in der Horizontalrichtung, so fühlt man, dass der Infraspinatus ihm keinerlei senkende Bewegung ertheilt.

94. Die Rotationsbewegung des Humerus von aussen nach innen, die ich in einem der vorstehend mitgetheilten elektrophysiologischen Versuche erzielt habe, indem ich die Elektroden oberhalb der Clavicula ansetzte, ist sicher auf die elektrische Reizung des Nervenastes für den Subscapularis zu beziehen, obgleich ich ihn mitten im Plexus brachialis suchen musste. Kein anderer Armmuskel kann eine ähnliche Bewegung ausführen. Die direkte Elektrisation eines Bündels des Subscapularis hat gezeigt, dass die diesem Muskel eigenen Bewegungen antagonistisch zu denjenigen des Infraspinatus sind.

Es ist also alles, was soeben über den Umfang der dem Infraspinatus eigenen Rotationsbewegung gesagt worden ist, auf den Subscapularis (den Rotator humeri anticus) anwendbar, natürlich mit dem Unterschiede, dass es im entgegengesetzten Sinne gilt.

§ II. Pathologische Physiologie.

95. Die Alten hatten dem Infraspinatus und Subscapularis eine wichtige Rolle bei den Supinations- und Pronationsbewegungen der Hand zuertheilt. Die klinische Beobachtung zeigt, wie Unrecht die Neueren hatten, wenn sie die Verwendung der genannten Muskeln für diesen Zweck einschränken wollten. Im Folgenden einige Thatsachen zur Stütze meiner Behauptung.

Wenn der Arm durch Contractur des Subscapularis oder in Folge von Lähmung oder Atrophie des Rotator humeri posticus (Infraspinatus und Teres minor) nach innen rotirt gehalten wird, so ist bei gestrecktem Vorderarm gegen den Oberarm, selbst bei maximaler Contraction der Muskeln, die den Radius im Cubitalgelenke in Supination stellen, die Palmarfläche der Hand nur nach innen gerichtet. Dazu, dass dann die Hand in vollständige Supination gelangt, dass mit andern Worten ihre Palmarfläche nach vorn sieht, fehlt ihr noch eine Vierteldrehung nach aussen um ihre Längsaxe, eine Bewegung, die in diesem Falle nur vom Infraspinatus ausgeführt werden kann.

Bei Contractur der Pronationsmuskeln andererseits habe ich beobachtet, dass die Hand durch Rotation des Oberarms abwechselnd nach aussen und nach innen noch eine Viertelsupination oder -pronation ausführen kann, selbstverständlich durch Wirkung des Rotator humeri posticus (Infraspinatus) oder des Rotator humeri anticus (Subscapularis), und dieselben Bewegungen der Hand sah ich auf dieselbe Weise geschehen, wenn sie durch irgend eine pathologische Ursache in dauernder Supinationsstellung fixirt war.

Diese klinischen Thatsachen zeigen also, dass man bei der Ausführung der Bewegungen, welche die Hand in Supination oder n Pronation stellen, den Rollern des Armes einen beträchtlichen Antheil zuschreiben muss.

96. Die Individuen, welche der Rotationsbewegung des Armes nach aussen beraubt sind, empfinden eine grosse Schwierigkeit beim Schreiben. Sie können zwar leicht mit der Hand die Feder führen und die Buchstaben gut zeichnen, sobald sie aber ein oder zwei Wörter geschrieben haben, können sie die Zeile nicht fortsetzen und sind gezwungen, anzuhalten. Sie ziehen dann mit der andern (linken) Hand das Papier von rechts nach links und schreiben wieder ein oder zwei Wörter, und so fort, bis sie mit der Zeile zu Ende gekommen sind. Dank diesem Kunstgriff können sie schreiben, aber man begreift die Störung und Ermüdung, die sie dabei empfinden müssen.

Diese Functionsstörung hat folgenden Mechanismus: wenn das Individuum durch Lähmung des Infraspinatus der Rotationsbewegung nach aussen beraubt ist und seinen Arm auf einen Tisch legt, wie beim Schreiben oder Zeichnen, und nun mit der Feder oder dem Bleistift einen Strich ziehen will, so bemerkt man, dass nur die Hand eine Bewegung von links nach rechts ausführt, und dass es den Strich nicht weiter als 3—4 cm. führen kann. Wird dann der Infraspinatus faradisirt, so setzt der Vorderarm seine Rotation nach aussen um die Längsaxe des Oberarmes fort, und die von der Hand gezeichnete Linie kann dann eine Länge bis zu 29 cm. haben. Man begreift also, dass ein Individuum, das wegen Lähmung oder Atrophie des Infraspinatus oder in Folge von Contractur des Subscapularis seinen Arm nicht von innen nach aussen rotiren kann, wenn es schreiben will, gezwungen ist, um die Zeile zu beendigen, alle Augenblicke das Papier von rechts nach links zu ziehen, nachdem es einige Worte geschrieben hat.

Ich könnte noch ausführen, dass Leute, die von der Nadel leben, ihre Beschäftigung nicht fortsetzen können, sobald sie des Auswärtsrollers ihres Oberarmes verlustig gegangen sind. Und mit einer Reihe von anderen Beispielen und ausgewählten klinischen Beobachtungen könnte ich ferner beweisen, dass die Rotationsbewegungen des Armes von aussen nach innen um seine Längsaxe für die meisten Verrichtungen der oberen Extremität nützlich oder nothwendig sind; aber das würde mich zu weit führen. Uebrigens kann sich jeder leicht vorstellen, was für functionelle Störungen im allgemeinen durch den Verlust dieser Rotationsbewegungen verursacht werden müssen.

Vierter Artikel.

Latissimus dorsi.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

Wenn man, während der Arm der Axe des Rumpfes parallel gerichtet ist, jede der Portionen des Latissimus dorsi einzeln faradisirt, so beobachtet man folgende Bewegungen:

1) Das obere Drittel des Latissimus dorsi zieht zunächst den Arm nach innen und rückwärts, darauf nähert es das Schulterblatt

um 2, 3, 4 cm. der Mittellinie, je nach der Entfernung, in der der Knochen vorher von der Mittellinie stand. Während dieser Bewegung tritt der spinale Rand des Schulterblattes mehr hervor als bei der Ruhelage, er bleibt jedoch der Rumpfaxe parallel.

2) Die beiden unteren Drittel des Latissimus dorsi senken den Schulterstumpf mit um so grösserer Kraft, je tiefer die Bündel liegen, die gereizt werden, und sie neigen den Rumpf leicht auf ihre Seite.

3) Wird das obere Drittel des Latissimus dorsi auf beiden Seiten zugleich gereizt, so nähern sich die beiden Schulterblätter einander, die Schultern werden dabei eingezogen und begeben sich schief nach hinten und innen, während sich gleichzeitig eine energische Streckung des dorsalen Theiles des Rumpfes vollzieht.

4) Werden die unteren Fascikeln beider Latissimi dorsi zugleich erregt, so werden die Schultern kräftig herabgezogen und es tritt eine schwache Streckung des Rumpfes ein.

5) Durch die isolirte Wirkung der beiden unteren Drittel des Latissimus dorsi wird der Humeruskopf kräftig gesenkt und zeigt die Tendenz, sich über den Rand der Gelenkhöhle des Schulterblattes nach unten zu luxiren.

6) Wenn die Arme vom Rumpfe entfernt sind oder wenn einer von ihnen zum festen Punkt wird, so verhalten sich die Bewegungen, die man durch die Faradisation des Latissimus dorsi hervorbringt, so wie es die Autoren beschrieben haben; ich habe nur hinzuzufügen, dass dann die Respiration kurz und schwierig wird, so lange man die Latissimi dorsi in anhaltender Contraction erhält.

B. Bemerkungen.

97. Die einzigen Bewegungen, die die Anatomen dem Latissimus dorsi zugeschrieben haben, sind folgende: Eine Bewegung, die zu gleicher Zeit in Senkung des Armes, in Drehung desselben nach innen und einer Rückwärtsbewegung besteht, eine Wirkung auf die Respiration, ferner Bewegungen des Rumpfes gegen den Arm, wenn der letztere fixirt ist.

Die elektromuskuläre Versuchsweise hat die Meinung der Autoren bestätigt. Sie hat aber ausserdem die kräftige Wirkung in's Licht gestellt, welche die verschiedenen Portionen dieses Muskels auch dann noch auf die Schultern und selbst den Rumpf üben, wenn ihre Contraction an den äussersten Grenzen angelangt zu sein scheint, d. h. wenn der Arm gegen die Brust gedrückt ist, und diese

Wirkung würden die vereinigten Kräfte der anderen das Schulterblatt bewegenden Muskeln nicht im Stande sein zu ersetzen.

98. Ich habe dargethan, dass der Trapezius und Rhomboïdeus durch ihre combinirte Wirkung das Schulterblatt der Mittellinie annähern, ohne dass sie den Parallelismus seines spinalen Randes zur Axe der Wirbelsäule stören; aber sie können diese Bewegung nicht ausführen, ohne gleichzeitig die Schultern zu erheben. Diese Stellung der Schultern, welche eine Muskelanstrengung erfordert, ist aber ermüdend und könnte nicht lange beibehalten werden. Da sie ausserdem durch Hebung der Schultern die Länge des Halses verkürzt, so resultirt daraus, dass die geschwungenen Linien, die seitwärts vom Kopf nach den Schultern herablaufen, weniger harmonisch sind.

99. Man sieht, dass es sich ganz anders verhält, wenn man mit der combinirten Thätigkeit der genannten Muskeln die doppelseitige Wirkung des Latissimus dorsi vergleicht, wobei die Schulterblätter einander parallel genähert, die Schultern eingezogen und gesenkt werden und die gerade Haltung des Rumpfes bewahrt wird.

Es ist wohl nicht nothwendig, auf die Wichtigkeit eines Muskels besonders aufmerksam zu machen, dessen Einfluss auf die Haltung der Schultern und des Rumpfes so gross ist, eines Muskels, der zugleich ein nothwendiges Gegengewicht gegen die Wirkung des Pectoralis major bildet, welcher letztere die Schultern nicht nach vorn und oben bringen kann, ohne die Rippen zu comprimiren und die Respiration zu erschweren. Der Latissimus dorsi hindert ausserdem die übermässige Wölbung des Rückens, kann die Entfaltung der Brustorgane befördern; er ist es endlich ganz besonders, welcher die stramme Haltung des Soldaten hervorbringt.

Ich verschiebe das, was ich über die Drehung nach einwärts und die Rückwärtsbewegung des Armes durch den Latissimus dorsi zu sagen habe, bis auf den Paragraphen, der für die Studie über den Teres major bestimmt ist.

100. Der elektrophysiologische Versuch hat gezeigt, dass die beiden unteren Drittel des Latissimus dorsi als Senker des Armes gegen die Schulter, wenn sie isolirt wirken, den Kopf des Humerus kräftig nach unten ziehen. Wenn ich von der Eigenthätigkeit des Anconaeus longus (der langen Portion des Triceps brachii) und des Coracobrachialis handeln werde, wird man sehen, dass diese Erscheinung bei Atrophie der genannten Muskeln noch deutlicher sichtbar wird.

Wie ich bald beweisen werde, wirkt auch das untere Drittel des Pectoralis major auf den Kopf des Humerus in derselben Weise.

Da diese Muskelwirkung den Kopf des Humerus vom Mittelpunkt der Gelenkhöhle des Schulterblattes energisch entfernt und ihn nach unten zu subluxiren strebt, so würde sie für das Schulterblatt-Oberarmgelenk gefährlich sein, wenn sie nicht während der physiologischen Senkung des Armes gegen die Schulter durch die synergische Mitwirkung anderer Hülfsmuskeln dieser Bewegung neutralisirt würde. Mit dieser wichtigen Function sind, wie ich bald beweisen werde, der Anconaeus longus und der Coracobrachialis betraut.

§ II. Pathologische Physiologie.

101. Durch das elektrophysiologische Experiment habe ich dargethan, dass hauptsächlich dem Latissimus dorsi die Eigenschaft verliehen ist, jene Haltung hervorzubringen, bei welcher 1) die Brust frei hervortritt, während die Schultern eingezogen werden und das Schulterblatt gegen die Mittellinie gezogen wird, 2) die Schultern gesenkt werden, 3) der Rumpf gerade aufgerichtet wird.

Durch die pathologische Beobachtung wird dies ebenfalls bestätigt. So hatte das auf Fig. 14 abgebildete Individuum, welches lange Zeit in der Armee gedient hatte, jene Haltung, die den alten Soldaten auszeichnet, bewahrt; wenn man ihm sagte, sich militärisch stramm zu stellen, so näherten sich seine Schulterblätter, und die Schultern wurden eingezogen und senkten sich, und alles dies trotz der vollständigen Atrophie seiner Rhomboïdei und des unteren Drittels seiner Trapezii. Er hatte eben seine Latissimi dorsi unversehrt bewahrt, und man constatirte, dass die letzteren sich contrahirten, wenn er die stramme Haltung annahm.

Ganz anders verhält es sich, wenn dagegen der Latissimus dorsi atrophirt ist, wie z. B. bei dem auf Fig. 3 und 4 abgebildeten Kranken Bonnard. Auch dieser war Soldat gewesen; trotzdem konnte er nicht die stramme Haltung annehmen, ohne die Schultern ungraciös zu heben, und diese Haltung ermüdete ihn so, dass er sie nicht lange beibehalten konnte. Bei den Anstrengungen, die er machte, seine Schulterblätter der Mittellinie zu nähern, contrahirten sich allein die Rhomboïdei, indem sie die ihnen zukommende Bewegung ausführten. Der Patient hatte, wie man sich erinnert, die Latissimi dorsi und Trapezii verloren.

Im folgenden Capitel bei Gelegenheit der pathologischen Physiologie des Pectoralis major werde ich die Functionsstörungen untersuchen, die durch die Atrophie des Latissimus dorsi beim Senken des Armes verursacht werden, und den Einfluss, der durch die mehr oder weniger starke Entwickelung dieses Muskels auf den Grad der Schultererhebung während der Muskelruhe ausgeübt wird.

Fünfter Artikel.

Pectoralis major.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

I. Wenn unter der Einwirkung der localen Faradisation die obere Portion des Pectoralis major in Contraction tritt, die aus dem Clavicularfascikel und aus demjenigen, der am Manubrium sterni entspringt, besteht, während die Arme zur Seite des Rumpfes herabfallen, so begiebt sich der Schulterstumpf schief nach oben und vorn. — Wenn man gleichzeitig die obere Portion beider Pectorales majores zur Contraction bringt, so vollzieht sich die oben beschriebene Bewegung auf beiden Seiten, die Ellenbogen begeben sich schief nach vorn, nach innen und etwas nach oben, und die Oberarme werden gegen die Thoraxwände gepresst.

Steht zur Zeit der Contraction dieser oberen Portion der Arm in senkrechter Erhebung, so sieht man, dass er sich von hinten nach vorn begiebt, sich der Mittellinie nähert und bis zur horizontalen Richtung senkt. — Während dieser Bewegung dreht sich der Humerus immer um seine Längsaxe nach innen, wenn er sich im Augenblick des Versuches in Supination oder in halber Supination befand.

Wenn endlich die Arme horizontal abstehen wie die eines Kreuzes, so beschreiben die ausgestreckten Gliedmassen einen Bogen und begeben sich nach vorn und innen, bis sie die Mittellinie erreicht haben.

II. Durch die untere Portion, die sich zusammensetzt aus allen Sternalbündeln mit Ausnahme desjenigen, das am Manubrium sterni entspringt, ferner aus den Costalbündeln und aus einem Fascikel, der von der Bauchaponeurose entspringt, wird der Schulterstumpf nach abwärts gezogen, wenn der Arm der Seite des Rumpfes anliegt.

Das in die Erhebung gestellte Glied senkt die untere Portion nicht nur wie die obere Portion bis zur Horizontallinie, sondern sie bewirkt auch die weitere Senkung bis unter diesen Punkt herab. Durch die gleichzeitige Contraction der oberen Portion, die, wie ich oben gesagt habe, eine leichte Bewegung des Armes nach vorn, oben und innen bewirkt, würde dieser Bewegung entgegengewirkt werden. Während der Arm durch die untere Portion gesenkt wird, wird er zwar mehr nach aussen geführt, er stellt sich aber nicht genau in eine der Rumpfaxe parallele Richtung.

Wenn die obere Extremität nach aussen geführt ist und senkrecht zur Rumpfaxe steht, so macht sie im Augenblick der Contraction der unteren Portion des Pectoralis major eine schiefe Bewegung von oben und hinten nach unten und vorn.

So wie die untere Portion des Latissimus dorsi zieht auch die untere Portion des Pectoralis major den Humeruskopf kräftig nach abwärts und entfernt ihn folglich von der Gelenkhöhle des Schulterblattes.

B. Bemerkungen.

102. Aus den vorstehenden Versuchen geht hervor, dass der Pectoralis major in zwei Portionen getheilt werden kann, deren Functionen sehr verschieden sind. Ich werde zeigen, dass es wirklich zwei verschiedene Muskeln sind, die sich oft getrennt zusammenziehen, um besondere Verrichtungen zu erfüllen.

103. Wie man oben gesehen hat, sind die von der oberen Portion des Pectoralis major herstammenden Fascikel zugleich Senker und Heber des Armes, je nach der Stellung des Gliedes.

Alle Autoren haben die Bewegung schief nach oben und innen angegeben, die diese Portion dem Arme ertheilt, wenn seine Richtung der Rumpfaxe parallel ist. Diese Bewegung ist jedoch unbequem und beschränkter, als man behauptet hat; ihr Gebrauch ist nicht der, den man ihr zugeschrieben hat, wie die klinische Studie über den Muskel beweisen wird.

Aber kein Physiologe hat die starke Senkung beschrieben, die der Pectoralis major den in die verticale Erhebung gestellten Arm ausführen lässt, eine Bewegung, die bei der horizontalen Richtung Halt macht. Und doch bringt der Muskel diese Bewegung häufig und nach Bedarf mit grosser Kraft hervor. So ist es die obere Portion des Pectoralis major, welche den erhobenen, mit einem Säbel oder Stock bewaffneten Arm mit Kraft nach vorn fallen lässt, sie besonders tritt ferner in Wirksamkeit, wenn der Diener der

Religion die erhobenen Arme senkt, um die Hände aufzulegen und die Gläubigen zu segnen.

104. Es giebt noch eine andere wichtige Bewegung, die von den Autoren vernachlässigt worden ist und die, wie man sich erinnert, ebenfalls von der oberen Portion des Pectoralis ausgeführt wird: es ist die Bewegung horizontal nach vorn, die von den in Form eines Kreuzes zum Rumpfe gestellten Armen ausgeführt wird und beim Schwimmen und unter zahlreichen anderen Verhältnissen, die ich nicht aufzuzählen brauche, stattfindet.

Ich weiss wohl, dass man diese selbe Bewegung durch die von aussen nach innen aufeinanderfolgende Contraction aller Muskelbündel des Deltoïdeus erhält, aber ich glaube, dass die obere Portion des Pectoralis major das hauptsächliche Agens derselben ist, dasjenige, mit dessen Hülfe sie sich direct und mit der grössten Kraft vollzieht, während der Deltoïdeus nur dazu bestimmt ist, die horizontale Erhebung zu unterhalten und sich mit seinen partiellen Contractionen der von vorn nach hinten und umgekehrt gerichteten Bewegung des Armes zu accommodiren.

105. Damit sind jedoch die Functionen der oberen Portion des Pectoralis major noch nicht erschöpft. Wenn der Arm dem Körper entlang anliegt, so hat man zweifellos geglaubt, dass seine Wirkung sich darauf beschränkte, ihn stärker an den Rumpf anzupressen. Es gibt aber eine bei weitem wichtigere Funktion, die die obere Portion des Pectoralis major bei dieser Haltung der oberen Extremität zu erfüllen berufen ist. Sie hebt den Schulterstumpf mit sehr grosser Kraft und trägt den grössten Theil der Lasten, die man demselben auferlegt. Dies lässt sich übrigens unter solchen Umständen leicht constatiren und gibt auch die Erklärung dafür, warum sich bei dieser Thätigkeit der Arm so fest an die Brust anlegt und der Ellenbogen etwas nach vorn tritt.

Dieselbe obere Portion, die eine so grosse Kraft entfalten kann, hat auch die Bestimmung, durch die Haltung, in die sie die Schultern und den Thorax bringt, den Hass, die Demüthigung, die Bitte auszudrücken. Sie führt nämlich die Schultern nach vorn und oben, rundet den Rücken und höhlt die Brust vorn aus. Endlich drücken ihre absatzweisen Contractionen den Schauer der Furcht oder des Fiebers aus. Durch die locale Faradisation dieser Muskelportion kann man alle diese Ausdrucksbewegungen nach Belieben herbeiführen.

Sobald ich zur Pathologie komme, werde ich ferner zeigen, welchen Antheil diese Portion an den fehlerhaften Stellungen oder Verunstaltungen in Folge von Muskelaffectionen dieser Gegend besitzt.

106. Die untere Portion des Pectoralis major senkt in jedem Falle den Arm, in welcher Stellung sich auch derselbe befinden mag. Sie bewirkt diese Bewegung mit weit grösserer Kraft als die obere Portion, welche übrigens, wie man gesehen hat, die Senkungsbewegung des Armes nur bis zur horizontalen Richtung hervorbringt.

Was ich von der Diastase im Schulterblatt-Oberarmgelenke bei isolirter Wirkung der untern Portion des Latissimus dorsi und von der Nothwendigkeit einer synergischen Thätigkeit, die diese gefährliche Wirkung neutralisirt, gesagt habe, ist auch auf das physiologische Verhalten der untern Portion des Pectoralis major vollkommen anwendbar (s. S. 72).

§ II. Pathologische Physiologie.

107. Nach Angabe der Anatomen ist es die obere Portion des Pectoralis major, welche den Humerus nach vorn führt, um die Arme zu kreuzen und um die Hand auf die Schulter der entgegengesetzten Seite zu legen.

In diesen Vorstellungen aufgewachsen erwartete ich, dass die Kranken, denen der Deltoïdeus fehlte, jene Bewegungen noch ausführen könnten. Und so hatte ich bei Individuen, die an einer Deltoïdeus-Lähmung litten, zuerst geglaubt, dass auch ihr Pectoralis major verletzt wäre, weil sie bei dem Auftrage, die Arme zu kreuzen, oder die Hand der gelähmten Seite auf die Schulter der gesunden zu bringen, dazu nicht im Stande waren. Sie konnten nur folgende Bewegungen mit dem befallenen Gliede ausführen: der Arm mit Lähmung des Deltoïdeus näherte sich der Brust und lehnte sich kräftig gegen die Thoraxwände; der Ellenbogen wurde schief nach vorn und innen gebracht und reichte kaum bis an die Vorderseite des Thorax. Zur selben Zeit führte der Schulterstumpf eine Bewegung schief nach oben und vorn aus. Wenn unter diesen Umständen die Kranken die Arme kreuzen wollten, so konnte sich der Ellenbogen der gelähmten Seite nicht vom Thorax loslösen und nicht genügend weit nach vorn begeben, damit die Hand der gesunden Seite unter ihn geführt werden konnte, wie es beim Kreuzen der Arme geschieht. Wollten die Individuen die Hand auf die entgegengesetzte Schulter legen, so blieb der Ellenbogen der Seite anliegen und gestattete der Hand nur zur Noth die Schulter zu erreichen.

Früher hatte ich diese Functionsstörungen nach den damals ltenden physiologischen Vorstellungen der fehlenden Wirkung der

oberen Portion des Pectoralis major zugeschrieben. Bald aber beobachtete ich diese selben Functionsstörungen bei allen ausschliesslichen Deltoïdeuslähmungen, wo ich einsah, dass der Pectoralis major nicht gslähmt war.

Der elektrophysiologische Versuch, den ich dann an anderen Individuen anstellte, überzeugtè mich, dass in diesen Fällen die obere Portion des Pectoralis major dem Arme keine anderen Bewegungen ertheilen konnte, als die, welche oben geschildert wurde, und dass die Function, die man ihr bis dahin zugeschrieben hatte, in den Eigenschaften eines anderen Muskels begründet sein musste.

108. In der That werden diese Bewegungen durch die vorderen Bündel des Deltoïdeus ausgeführt, wie die Elektrophysiologie und die klinische Beobachtung beweist. Ich erinnere an die Untersuchung, die ich im vorigen Artikel über die Wirkung dieses Muskels angestellt habe.

Ich will eine andere Thatsache anführen, die den Beweis für den Satz, den ich vertheidige, vervollständigen wird. Der Kranke Bonnard, von dem schon die Rede gewesen ist, hatte, wie ich sagte, seine Pectorales eingebüsst (s. Fig. 3 u. 4), trotzdem kreuzte er in natürlicher Weise die Arme und brachte mit Leichtigkeit die Hände auf die Schulter der entgegengesetzten Seite, und dies verdankte er den vordern Fasern des Deltoïdeus, welche zugleich den Ellenbogen nach vorn bringen und den Arm bis zu jeder erforderlichen Höhe erheben. Die obere Portion des Pectoralis major dagegen nagelt, so zu sagen, den Ellenbogen an den Körper fest, indem sie ihn nur wenig schief nach vorn und innen bringt, und deshalb ist sie nicht im Stande, diese Bewegungen auszuführen.

Das auf den Figg. 16 und 17 dargestellte Individuum, dessen Pectorales majores atrophirt waren, wie aus der Vertiefung in der Gegend dieser Muskeln zu ersehen ist, konnte ebenfalls seine Arme kreuzen und seine Hand auf die entgegengesetzte Schulter bringen, weil seine Deltoïdei unversehrt waren.

109. Folgendes ist der differentielle Mechanismus der besonderen Wirkung der vordersten Bündel des Deltoïdeus und der obersten Bündel des Pectoralis major. Da alle diese Bündel schief von oben aussen nach unten innen gerichtet sind, so müssen sie augenscheinlich den Humerus in eine schiefe Richtung bringen, aber da die Anheftung der vorderen Portion des Deltoïdeus an den Humerus in einer Ebene geschieht, die vor derjenigen der Anheftung der oberen Portion des Pectoralis major gelegen ist, so geschieht auch die schiefe Bewegung

Fig. 16.



Fig. 17.



Fig. 16. Vorderansicht eines Individuums, das durch die progressive Muskelatrophie dieselben Muskeln verloren hat, wie das auf Fig. 3 und 4 abgebildete Individuum. An Stelle des normalen Vorsprunges seiner Pectorales sieht man an der vorderen Seite der Brust eine beträchtliche Vertiefung, die durch die Atrophie dieser Muskeln verursacht ist. Die Haut klebt hier buchstäblich auf den Knochen, so dass man wie auf Fig. 4 alle Intercostalräume zählen kann. Ich habe den Patienten die Schultern nach vorn bringen lassen. und die Gruben unter den Schlüsselbeinen sind noch tiefer geworden, während im Normalzustande die Pectorales bei dieser Bewegung mithelfen und unter der Haut hervortreten. Man bemerkt jedoch den Vorsprung des linken Pectoralis minor, der noch nicht gänzlich zerstört ist.

Fig. 17 zeigt die Stellung seiner Schultern in Folge der Atrophie des unteren Drittels (der adductorischen Portion) der beiden Trapezii. Man sieht, dass in Folge dieser Atrophie der spinale Rand der Schulterblätter von der Mittellinie ziemlich weit entfernt ist. Der Rand hat aber nicht die schiefe ‥ng wie in Fig. 3, weil die Acromialportion der Trapezii noch gesund ist n äusseren Winkel des Schulterblattes in seiner Lage erhält.

des Humerus durch Wirkung des ersteren in einer weiter vorn gelegenen Ebene als die durch Contraction des letzteren, welcher folglich den Humerus gegen den Thorax presst. Gleichwohl leugne ich nicht, dass bei gewaltsamen Bewegungen die obere Portion des Pectoralis major sich mit dem Deltoïdeus associirt, um den Arm nach vorn und innen zu führen; aber in diesem Falle dient er nur als Hülfsmuskel und kann nicht die ihm früher zugetheilten Funktionen an und für sich erfüllen.

110. Wie sich bei elektrophysiologischer Versuchsweise herausgestellt hat, wird der horizontal nach aussen erhobene Arm durch die Contraction der oberen Portion des Pectoralis major horizontal nach innen gerichtet; das beweist noch nicht, dass nicht etwa dieselbe Bewegung auch ohne Hülfe dieser Muskelportion stattfinden könnte.

Wirklich führte der seiner Pectorales beraubte Kranke Bonnard diese Bewegung durch aufeinanderfolgende Contraction der vordersten Fascikel seines Deltoïdeus vollkommen gut aus; aber die Bewegung war kraftlos und für ihn ermüdend. Man begreift dagegen, dass die obere Portion des Pectoralis major sich mit grosser Kraft bethätigt.

Ich glaube nicht, dass unter diesen Umständen selbst bei den Bewegungen, welche eine gewisse Kraft erfordern, die untere Portion des Pectoralis major sich mit seiner oberen Portion associirt, denn die erstere würde in diesem Falle zum Antagonisten der vom Deltoïdeus besorgten horizontalen Erhebung werden.

111. Man weiss, mit welcher Kraft der Pectoralis major ebenso wie der Latissimus dorsi bei der Senkung des Armes in Thätigkeit tritt. Ich habe die differentielle und specielle Wirkung, die jeder einzelnen Portion der genannten Muskeln zukommt, studirt. Es scheint mir jetzt interessant, aus dem Gesichtspunkt ihrer Nützlichkeit als Herabzieher des Armes die functionellen Störungen kennen zu lernen, die aus dem Ausfall ihrer Thätigkeit resultiren.

Zahlreiche Kranke und unter anderen Bonnard (s. Fig. 3, 4, 16, 17), bei denen die progressive Muskelatrophie auch keine Faser des Latissimus dorsi und des Pectoralis verschont hatte, haben mir zu diesen Beobachtungen Gelegenheit gegeben. Nachdem sie den Arm erhoben hatten, erreichten diese Individuen immer richtig und rasch die Punkte, die man ihnen angab und die sich unterhalb der Ebene ihrer Hand befanden. Da sie der directen Herabzieher des Armes, der unteren Portionen des Pectoralis major und des Latissimus dorsi gänzlich beraubt waren, so muss man wohl annehmen, dass ihr Deltoïdeus gradweise erschlaffte, und der Arm sich durch die alleinige Wirkung seiner Schwere so weit senkte, bis er bei dem angegebenen Punkte angekommen war.

Diese Bewegungen der Senkung vollzogen sich eben so leicht und eben so rasch, als ob die eigentlichen Herabzieher des Armes noch vorhanden gewesen wären.

Wird man nicht durch diese Thatsache auf die Vermuthung geführt, dass im physiologischen Zustande die Schwere des Gliedes oft die Muskelwirkung ersetzt, um seine Senkung zu bewirken, wie sie es augenscheinlich im pathologischen Zustande in dem oben citirten Falle thut. Wenn diese Hypothese richtig ist, so würde die Wirkung dieser rein physikalischen Kraft den Verbrauch von Nervenkraft ersparen.

Man kann also den Pectoralis major und den Latissimus dorsi bei der Ausführung der Senkungsbewegungen des Armes entbehren und führt sie unter diesen Bedingungen fast ebenso geschickt aus, wie im Normalzustande.

112. Aber diese Senkungsbewegungen des Armes vollziehen sich nicht immer mit genügender Kraft. Bonnard, der Mechaniker war, hatte immer Kraft genug, um zu arbeiten, wenn sein Arm mit einem Hammer bewaffnet war, weil diese Kraft dann von dem Gewichte des Hammers vorgestellt wurde, wozu noch die Schwere der oberen Extremität und die Länge des Hebelarmes kam, an welchem die Kraft angriff. Aber er hatte Mühe, den Blasebalg seiner Schmiede in Bewegung zu setzen, wenn er vermittels einer Winderolle an der Schnur, die ihn aufzog, von oben nach unten ziehen wollte. Unter diesen Umständen war das Gewicht seines Armes nicht hinreichend, um den Widerstand zu überwinden, er brauchte ausser dieser physikalischen Wirkung die Intervention einer dynamischen Wirkung und zwar die Muskelkraft der Herabzieher des Armes, die ihm fehlten. Zum Glück für Bonnard waren die Herabzieher des Armes nicht ganz zerstört, denn er besass noch den Teres major, welcher den Humerus dem Schulterblatt näherte, und dieses wurde nicht allein durch den intacten Rhomboïdeus festgestellt, sondern auch von diesem Muskel um seinen innern Winkel rotirt, so dass es den Humerus noch weiter nach abwärts bewegte. (Ich verweise auf die Thatsachen, welche bei Gelegenheit der Untersuchung über den Rhomboïdeus festgestellt worden sind.) Dieser Umstand gestattete ihm die Senkung des Armes mit einiger Kraft zu bewirken, denn ohne diese Muskeln würde er mit der Hand kraftlos an der Schnur des Blasebalges hängen geblieben sein und hätte ihn nicht in die Höhe [illegible] können, wenn das Gewicht desselben grösser gewesen [illegible] einer oberen Extremität.

113. Die Wirkung des Pectoralis major, wenn sein fester Punkt am Humerus liegt, ist bekannt und ich habe ihr nichts neues hinzuzufügen. Ich will nur so viel sagen, dass die elektrophysiologische Versuchsweise betreffs des Einflusses, den er auf den Act der Athmung ausüben kann, keine Auskunft gibt. Wenn ich nämlich den Humerus fixirt hatte, und dann jede einzelne Portion des Pectoralis major in energische Contraction versetzte, so habe ich weder eine Bewegung des Sternums und der Rippen, noch auch irgend eine Hinderung bei der Inspiration oder Expiration beobachtet. Dieser Versuch beweist nicht, dass der Pectoralis major kein Inspirationsmuskel ist, denn dem widerspricht augenscheinlich die Beobachtung. Er beweist nur, dass der Muskel dann, wenn er auf seine eigenen Kräfte angewiesen ist, der Brustwand keine Bewegung ertheilt.

Andererseits habe ich nicht bemerkt, dass die Individuen, bei denen die Pectorales atrophirt waren, auch nur die geringste Störung in der Respiration empfanden.

114. Nehmen wir an, das Gleichgewicht der tonischen Muskelkräfte, welche die Schulter in ihrer normalen Höhe erhalten, sei durch die Atrophie der Herabzieher des Schulterblattes (des Pectoralis minor und der mittelbar, vermittels des Humerus als Herabzieher wirkenden Mm. pectoralis major und latissimus dorsi) gestört. Genügt dann das Gewicht der oberen Extremität, welches unaufhörlich den äusseren Winkel des Schulterblattes niederzudrücken strebt, um dem Vorwiegen der tonischen Kraft der elevatorischen Portion des Trapezius, die sich, wie es scheint, nothwendiger Weise aus der Atrophie der Herabzieher des Schulterblattes ergiebt, das Gleichgewicht zu halten?

Die klinische Beobachtung hat mir ermöglicht, diese wichtige Frage zu entscheiden. In allen Fällen nämlich, wo ich die Atrophie der Herabzieher des Schulterblattes mit Intactheit der oberen Portion und selbst nur des mittleren Drittels des Trapezius zusammentreffen sah, hat sich auch der Schulterstumpf gehoben, und zwar um so mehr, je älter die Läsion war. Ich konnte leicht constatiren, dass in diesen Fällen die obere Portion des Trapezius in der Länge der Zeit zur Contractur gelangt und bisweilen zusammengeschrumpft war und sich dadurch der Senkung des Schulterstumpfes widersetzte.

Das auf Fig. 16 und 17 abgebildete Individuum z. B., welches nach und nach fortschreitend den Pectoralis major und einen grossen Theil des Latissimus dorsi jederseits verloren hatte, hatte die Bemerkung gemacht, dass sich seine Schultern allmählich erhoben hatten und sein Hals etwas kürzer geworden war.

In diesen Fällen habe ich constatirt, dass die obere Portion des Trapezius mit Länge der Zeit contracturirt und bisweilen retrahirt war und sich der Senkung des Schulterstumpfes widersetzte. Besonders bei den atrophischen Lähmungen der Kindheit habe ich diese Art von Schulterdeformität, die in den Figuren 18 und 19 abgebildet ist, zu beobachten Gelegenheit gehabt.

Wir kommen so zu dem Schlusse, dass die Verminderung oder der Verlust der tonischen Wirkung der Herabzieher des Schulterblattes die Erhebung des Schulterstumpfes durch überwiegende Action des mittleren Drittels des Trapezius zur Folge hat.

Fig. 18. Fig. 19.

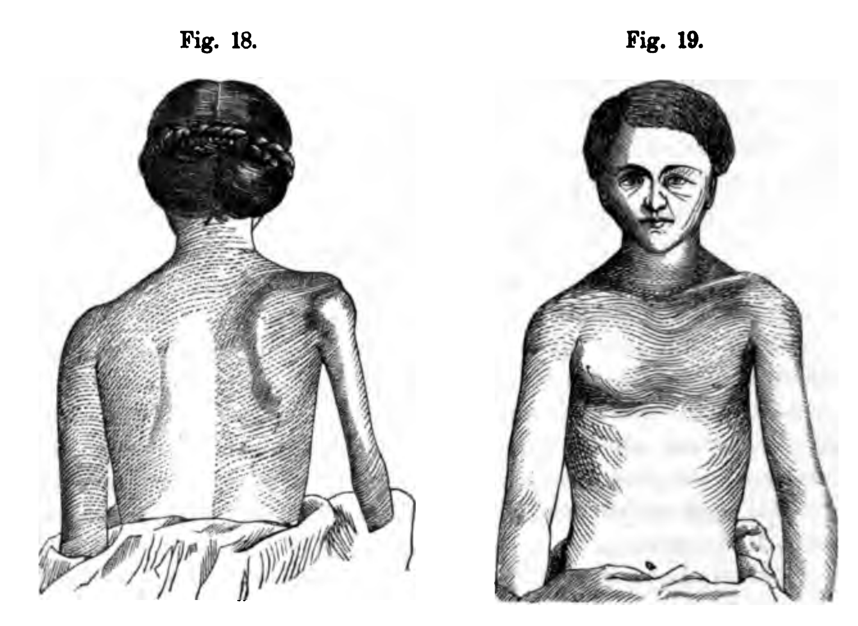


Fig. 18. Fehlerhafte Stellung der rechten Schulter, von der Rückseite gesehen, bei einem 10 jährigen Mädchen. — Der Schulterstumpf und das Schulterblatt stehen höher als auf der entgegengesetzten Seite; die obere Portion des Trapezius ist in Folge der Atrophie der Schulterherabzieher (des Latissimus dorsi und der beiden Pectorales) contracturirt. (Der Deltoïdeus und die meisten Muskeln der oberen Extremität sind noch ausserdem vollständig verschwunden.)

Fig. 19. Fehlerhafte Stellung der linken Schulter nach Verlust der als Herabzieher wirkenden Muskeln bei einem neunjährigen Knaben, Vorderansicht. — Die obere Portion des Trapezius ist contracturirt. Das linke Schlüsselbein hat eine schiefer gehende Richtung von innen unten nach oben aussen, als rechts. Der Schulterstumpf und das Schulterblatt stehen höher wie in Fig. 18. (Der Deltoïdeus war vollständig atrophisch; durch die locale Faradisation ist in der vorderen Hälfte dieses Muskels die Ernährung wieder hergestellt worden.)

Sechster Artikel.

Teres major.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

Ist die obere Extremität in Muskelruhe und fällt sie zur Seite des Rumpfes herab, so beobachtet man bei der Faradisation des Teres major die folgenden Bewegungen: 1) die Innenseite des Armes und der Achselrand des Schulterblattes werden einander genähert, 2) der Schulterstumpf wird erhoben, 3) gleichzeitig wird der Arm etwas nach hinten gebracht und nimmt eine Zwischenstellung an, die zwischen der Rotation nach aussen und der nach innen in der Mitte liegt.

B. Bemerkungen.

115. Es ist soeben gezeigt worden, dass der Teres major, wenn er allein faradisirt wird, zugleich den Humerus und das Schulterblatt in Bewegung setzt, indem er sie mit sehr grosser Kraft einander nähert; aber der Arm wird dabei nur mit äusserst geringer Kraft an den Rumpf geschlossen, man empfindet sogar keinen Widerstand, wenn man ihn davon entfernt und bis zur horizontalen Richtung erhebt.

Bei diesem Versuche beobachtet man auch, dass der untere Winkel des Schulterblattes dem Arme genähert wird und durch diesen nach aussen und vorn mitgezogen wird.

Isolirt hat also der Teres major nicht die genügende Kraft, um den Arm zu senken, er bedarf dazu unbedingt der Mitwirkung anderer Muskeln und unter andern des Rhomboïdeus, welcher den unteren Winkel des Schulterblattes fixirt oder sich der Bewegung desselben nach aussen und vorn widersetzt.

Der Rhomboïdeus und der Teres major, welche sich ineinander fortzusetzen scheinen, bilden folglich einen einzigen Muskel mit der Function, die Senkung des Armes zu bewirken. Ein Experiment, das ich an Individuen mit Atrophie des Trapezius, bei denen in Folge dessen der Rhomboïdeus subcutan geworden war, oft wiederholt habe, besteht darin, dass man die genannten beiden Muskeln gleichzeitig in Contraction versetzt: der Arm wird dann sofort mit grosser Kraft gesenkt und fest an den Rumpf angedrückt gehalten.

Aus diesem elektromuskulären Versuche schien hervorzugehen, dass der Teres major, in dieser Weise vom Rhomboïdeus secundirt, kräftig den Arm herabziehen kann; die pathologische Beobachtung wird jedoch bald zeigen, dass es sich physiologischer Weise nicht so verhält.

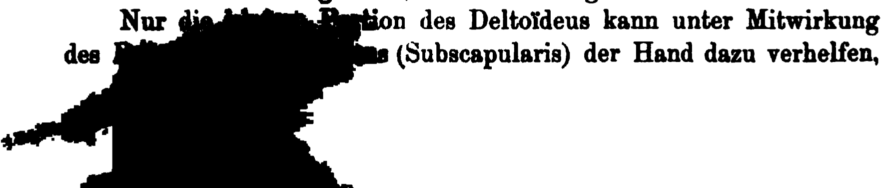
116. Die rotirende Wirkung des Teres majór nach innen ist sehr beschränkt, wenn sie nicht vollständig illusorisch ist. So konnte ich dem Arm, wenn er durch energische Reizung dieses Muskels und des Rhomboïdeus kräftig an die Seite des Rumpfes angedrückt war, eine Rotationsbewegung nach aussen ertheilen, ohne Widerstand zu finden.

Es war übrigens nothwendig, dass die Senkung des Armes bewirkt werden konnte, ohne sich den Drehbewegungen desselben nach aussen oder nach innen entgegenzustellen. Wenn wirklich der Teres major und Latissimus dorsi, wie es bis auf diesen Tag die Anatomen und Physiologen gelehrt haben, mit der Senkung des Armes zugleich seine Rotation nach innen bewirkt hätten, so wäre dies ein bedauerlicher Antagonismus für die Drehbewegung nach aussen gewesen, die bei den Verrichtungen der oberen Extremität während der Senkung derselben sehr häufig ist.

117. Was die Bewegung nach hinten anbetrifft, die dem Arme durch den Teres major ertheilt wird, so ist sie unbestreitbar. Wenn nämlich der Arm zur Zeit, wo der Muskel in Thätigkeit versetzt wird, nach vorn steht, so sieht man, dass er ebenso wohl nach hinten geführt, als nach innen gezogen wird. Aber diese Bewegung nach hinten ist zu beschränkt, als dass die Hand in Pronationsstellung hinter dem Rücken vorbeigelangen und an der hinteren Partie des Rumpfes Dienste leisten könnte.

Demnach verdienen der Teres major und der Latissimus dorsi, welchen man eine und dieselbe Funktion zuertheilt hat, nicht die Benennung a n i s c a l p t o r. Die genannten Muskeln wirken im Gegentheil dieser Funktion entgegen, wie der folgende Versuch beweist: Wenn die obere Extremität die Stellung einnimmt, die nöthig ist, um die Hand hinter den Rücken zu führen, etwa bis zur Höhe der Hosenträger, oder noch tiefer abwärts, und wenn man nun den Teres major oder Latissimus dorsi zur Contraction bringt, so wird der Oberarm so weit nach innen gebracht, dass Vorderarm und Hand gegen die Rückseite des Rumpfes gepresst und in der Erfüllung ihrer Funktion sehr gestört, wenn nicht ganz verhindert werden.

Nur [illegible]tion des Deltoïdeus kann unter Mitwirkung des [illegible] (Subscapularis) der Hand dazu verhelfen,



die Funktion als ani scalptor zu erfüllen, indem sie den Oberarm nach hinten führt und ihn genügend weit vom Rumpfe entfernt, dass der mehr oder weniger gebeugte Vorderarm hinter dem Rücken vorbeigelangen kann.

118. Bei elektrophysiologischer Versuchsweise hat sich constatiren lassen, dass die isolirte Contraction des Teres major den Schulterstumpf erhebt, während sie den unteren Winkel des Schulterblattes dem Humerus annähert. Diese Erhebung der Schulter beträgt beim Erwachsenen 2—3 cm.

Diese Bewegung kommt auf folgende Weise zu Stande: Wäre das Schulterblatt zur Zeit der Contraction des Teres major vom Rumpfe losgetrennt, so würde sich sein innerer und unterer Winkel senken, und beide würden um den äusseren Winkel, der fixirt bliebe, wie um eine Axe rotiren. Wenn aber derselbe Versuch am gesunden Menschen angestellt wird, so wird der innere Winkel des Schulterblattes durch den Levator anguli scapulae und die obere Hälfte des Rhomboïdeus festgehalten, und um ihn als Axe rotiren nun der untere und äussere Winkel, indem sie sich erheben.

Die geschilderte Bewegung der Schulterhebung durch isolirte Action des Teres major geschieht mit grosser Kraft. Demgemäss wirkt der Muskel bei der Hebung der Schulter kräftig mit, und das ist der Grund, warum der Arm an den Rumpf angedrückt gehalten wird, sobald diese Bewegung mit Anstrengung geschieht.

119. Die mangelnde Festigkeit des äusseren und folglich auch des unteren Winkels des Schulterblattes ist die Ursache der Schwäche der durch Contraction des Teres major bewirkten Herabziehung des Armes. Man braucht nur der Erhebung der Schulter Widerstand zu leisten, indem man sie mit der Hand herabgedrückt hält, während der Teres major in Contraction versetzt wird, und man wird constatiren, dass der Arm dem Rumpfe kräftig genähert wird. Gerade dies aber thun die unteren Bündel des Latissimus dorsi und des Pectoralis major, welche kräftig die Schulter herabziehen und so durch ihre Mitwirkung die Kraft des Teres major verstärken.

Wie diese Kraftzunahme des Teres major zu Stande kommt, ist hier für jedermann leicht einzusehen. Oben (s. 118) habe ich gezeigt, dass bei isolirter Wirkung dieses Muskels der untere und der obere Winkel des Schulterblattes in die Höhe steigen und um den inneren Winkel dieses Knochens rotiren. Sobald aber der äussere Winkel fixirt gehalten wird, so wird er der Mittelpunkt der Bewegung während der Contraction des Teres major; sobald dann der untere Winkel des

Schulterblattes nach abwärts und gegen den Arm hin gezogen wird, folgt nothwendigerweise der innere Winkel derselben Bewegung nach abwärts; da aber dann der gesammte Rhomboïdeus und der Levator anguli scapulae der geschilderten Senkung des inneren Winkels kräftigen Widerstand leisten, so wird der untere Winkel zum festen Punkte, und der Teres major zieht nun den Arm mit grösster Kraft gegen ihn und nähert ihn dem Rumpfe.

§ II. Pathologische Physiologie.

120. Es gibt eine ziemlich häufige Form der progressiven Muskelatrophie, bei welcher der Trapezius, der Latissimus dorsi und der Pectoralis major von vornherein ergriffen werden, der Teres major, der Rhomboïdeus und die andern den Arm gegen die Schulter bewegenden Muskeln dagegen lange Zeit intact bleiben; stets habe ich gesehen, dass ein Mensch, der auf diese Weise die Muskeln, die die kräftige Senkung des Armes bewirken (Latissimus dorsi und Pectoralis major) verloren hat, diese Bewegung nur noch mit geringer Kraft ausführen kann. Wenn man in solchen Fällen den Arm vom Rumpfe zu entfernen sucht, während das Individuum sich anstrengt, ihn nach innen zurückzuhalten, so spürt man nur geringen Widerstand, obgleich energisch der Teres major contrahirt wird und diesem die untere Hälfte des Rhomboïdeus zu Hülfe kommt. Als Beispiel der geringen Kraft, mit welcher durch diese combinirte Action die Senkung des Armes erfolgt, habe ich oben (s. 112) den Fall Bonnard angeführt, bei dem der Latissimus dorsi und der Pectoralis major atrophirt waren.

Andererseits habe ich bei derselben Muskelkrankheit Gelegenheit gehabt, Individuen zu beobachten, deren Teres major zerstört war und welche nur den Latissimus dorsi in Totalität oder theilweise als Herabzieher des Armes bewahrt hatten, und habe gefunden, dass sie trotzdem noch den Arm mit grosser Kraft senkten.

Auf dieselbe Weise und unter denselben Gesichtspunkten habe ich die Kraft des Pectoralis major im Vergleich zu der des Teres major untersucht und constatirt, dass der erstere Muskel den Arm viel kräftiger niedersenkt als der zweite.

Die vorangehenden Thatsachen beweisen also, dass der Teres major den Arm weniger kräftig senkt als der Latissimus dorsi und Pectoralis major, obwohl seine Muskelfasern kurz und zahlreich sind.

W[illegible]ch vom elektrophysiologischen Versuch auf die Funktion

geschlossen hätte, so hätte ich, wie schon erwähnt, sicher aus dem Teres major unter Mitwirkung des Rhomboïdeus einen kräftigen Beuger des Oberarmes gemacht. Man erinnert sich nämlich, dass ich den Arm kräftig gesenkt habe, indem ich den Rhomboïdeus und den Teres major energisch und gleichzeitig in Contraction versetzte (s. 115).

Aber bei diesem Versuche hatte die Zusammenziehung des Rhomboïdeus den unteren Winkel des Schulterblattes auffallend der Mittellinie genähert und so den Teres major in ausgezeichnete Bedingungen gebracht, um mit grösserer Kraft auf den Arm zu wirken. Das sind aber diejenigen Individuen nicht im Stande, welche des Latissimus dorsi und des Pectoralis major beraubt sind und daher die Hülfskräfte dieser Muskeln (den Teres major und Rhomboïdeus) energisch contrahiren, sobald sie den Arm kraftvoll senken wollen.

121. Auf experimentellem Wege habe ich soeben dargethan, dass der Teres major und Latissimus dorsi den Arm nicht genügend nach hinten bringen, um der Hand zu gestatten, hinter dem Rücken vorbeizugelangen und an der Rückseite des Rumpfes zu manipuliren. Durch die klinische Beobachtung wird diese Thatsache in helleres Licht gestellt. Die Individuen nämlich, deren Deltoïdeus nicht mehr wirkt, verlieren diese Function, wenn sie auch den Teres major und den Latissimus dorsi unversehrt behalten haben; sie erfüllen sie dagegen trotz der Atrophie des Teres major und des Latissimus dorsi mit Leichtigkeit, vorausgesetzt, dass sie die Wirkung des hinteren Drittels des Deltoïdeus noch besitzen.

Siebenter Artikel.

Anconaeus longus.

In der Untersuchung über den Anconaeus longus (die lange Portion des Triceps brachii), welcher ein Hülfsmuskel für die Senkung des Armes und dabei Strecker des Vorderarmes ist, will ich hier auch den Coracobrachialis mit einbegreifen, da er bei der Senkung des Armes ebenfalls mitwirkt.

Die modernen Anatomen haben aus den drei Bündeln, die sie als die lange Portion, den inneren Bauch und den äusseren Bauch des Triceps unterscheiden, einen einzigen Muskel unter dem Namen Triceps brachii gemacht. Sie haben diese Muskeln unter einem beschrieben auf Grund ihrer gemeinsamen unteren Anheftung an das

Olecranon, welche durch ein und dieselbe Aponeurose vermittelt wird. Wenn es sich aber darum handelt, die Function dieser drei Muskelbündel zu studiren, so kann dieser Modus nicht befolgt werden, weil ihre Functionen wesentlich verschieden sind. Es wird nämlich aus den Thatsachen, die weiter folgen, hervorgehen, dass der mittlere Bauch des Triceps brachii die besondere Bestimmung hat, bei der Senkung des Armes gegen die Schulter mitzuwirken, dass dagegen die seitlichen Muskelbäuche die hauptsächlichen Strecker des Vorderarmes gegen den Arm sind.

Indem ich also die lange Portion des Triceps brachii als einen nothwendigen Hülfsmuskel für die Flexion des Armes gegen die Schulter betrachte, werde ich in der vorliegenden Untersuchung seine alte Benennung Anconaeus longus beibehalten.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

Wenn bei seitlich am Rumpf herabfallendem Arme der Anconaeus longus durch einen starken, rasch unterbrochenen Inductionsstrom in continuirliche Zusammenziehung versetzt wird, so wird der Humerus etwas dem Körper genähert; wenn man ihn dann mechanisch davon entfernt, so zieht man zugleich den unteren Winkel des Schulterblattes mit, und der äussere Winkel desselben erhebt sich. Während dieser Muskelcontraction wird der Kopf des Humerus gegen das Acromion gezogen, wenn der Arm senkrecht herabfällt, und gegen die Gelenkhöhle, wenn er horizontal gerichtet war.

B. Bemerkungen.

Ich will zunächst von der Wirkung des Anconaeus longus auf die Streckung des Vorderarmes absehen und ihn nur als Hülfsmuskel für die Senkung des Humerus gegen das Schulterblatt betrachten.

122. Durch Faradisation des Anconaeus longus wurde soeben bewiesen, dass dieser Muskel den unteren Winkel des Schulterblattes gegen den Humerus und, wenn das Schulterblatt fixirt ist, den Humerus gegen den Rumpf zieht.

Wie man sieht, ist diese Bewegung derjenigen analog, die vom Teres major bewirkt wird. Jedoch vollführt sie der letztere mit viel grösserer Kraft als der Anconaeus longus. Man braucht sich nur die Anheftungspunkte beider Muskeln am Schulterblatte zu vergegenwärtigen, [illegible]on Rechenschaft zu geben. Der Teres nämlich,

welcher sich am unteren Winkel des Schulterblattes befestigt, wirkt auf einen längeren Hebelarm als der Anconaeus longus, der sich an einem Punkte in der Nähe des Oberarmschultergelenkes anheftet.

Wenn also der Anconaeus longus auf die Senkung des Humerus gegen das Schulterblatt nur eine schwache Wirkung übt, so contrahirt er sich dennoch mit grosser Energie jedesmal, wenn diese Bewegung mit Anstrengung geschieht. Dies ist schon unter normalen Bedingungen leicht zu constatiren, und noch besser wird es die klinische Beobachtung beweisen.

123. Es fragt sich also, welchen besonderen Nutzen bei dem Zusammenspiel von Muskeln, welches die Senkung des Armes hervorbringt, der Anconaeus longus hat?

Erinnert man sich, mit welcher Kraft die unteren Muskelbündel des Latissimus dorsi und der Pectoralis major, wenn sie die Senkung des Humerus ausführen, den Kopf desselben von der Gelenkhöhle entfernen und ihn nach unten zu luxiren suchen, so wird man einsehen, wie nöthig dabei eine Muskelkraft war, welche durch ihre synergische Thätigkeit den Humeruskopf in seiner Lage und der Gelenkhöhle genähert erhielt.

Zwar können der Deltoïdeus und der Supraspinatus, die ebenfalls den Humeruskopf der Gelenkhöhle annähern, die entgegengesetzte Thätigkeit der unteren Fascikel des Latissimus dorsi und pectoralis major neutralisiren; da sie aber Antagonisten der Senkung des Armes sind, so können sie sich bei dem synergischen Muskelspiel, das diese Bewegung vollzieht, nicht betheiligen.

Um also diese gefährliche Wirkung des Latissimus dorsi und des Pectoralis major auf das Oberarmschultergelenk zu neutralisiren, war es unumgänglich, dass ein und derselbe Muskel die Senkung des Armes bewirkte oder ihr wenigstens nicht entgegenwirkte, und zugleich kräftig den Humeruskopf an die Gelenkhöhle andrückte.

Man sieht, der Anconaeus longus erfüllt alle diese Bedingungen, wie die elektrophysiologische Versuchsweise dargethan hat, und in der That ist ihm hauptsächlich diese Function zugefallen; zu diesem Zwecke ohne Zweifel ist er am collum scapulae befestigt und contrahirt er sich so kräftig bei der Senkung des Armes.

124. Eine analoge Function wie der Anconaeus longus hat auch der Coracobrachialis bei der Beugung des Oberarmes gegen die Schulter zu erfüllen; dies beabsichtige ich an dieser Stelle nachzuweisen.

Bei einigen Individuen mit progressiver Muskelatrophie, bei

denen der Triceps brachii und der Deltoïdeus verschwunden waren, habe ich die Faradisation auf den Coracobrachialis localisiren können und folgendes bei seiner elektrischen Reizung gesehen: 1) der Humerus, den ich vom Rumpfe entfernt hatte, bewegte sich nach innen und vorn, aber nur mit geringer Kraft; 2) er wurde kräftig von unten nach oben gegen die Gelenkhöhle des Schulterblattes gezogen.

Die einzigen Unterschiede, die zwischen dem Coracobrachialis und dem Anconaeus longus bei ihrer Hülfsthätigkeit für die Senkung des Armes bestehen, sind, dass der erstere den Arm schief nach innen und vorn führt, der andere schief nach innen und etwas nach hinten; ausserdem ist der letztere bei weitem kräftiger als der erstere.

§ II. Pathologische Physiologie.

125. Die Individuen, bei denen die kräftigen Herabzieher des Armes (der Latissimus dorsi, Pectoralis major und Teres major), atrophisch oder gelähmt sind, contrahiren energisch den Anconaeus longus und den Coracobrachialis, sobald sie eine Anstrengung machen, den Arm dem Rumpfe zu nähern. Oft genug habe ich Gelegenheit gehabt, dies Factum zu constatiren und bin, um es zu beobachten, in folgender Weise vorgegangen: indem ich mit der einen Hand ihren Ellenbogen fasste, dann mit der anderen ihren Vorderarm gebeugt hielt, veranlasste ich sie, den Oberarm, den ich nach aussen entfernt hielt, dem Rumpfe anzunähern; dann sah ich, wie der Anconaeus longus und Coracobrachialis sich kräftig zusammenzogen.

Was begab sich bei diesem Versuche? Die centrale Willenserregung war an alle Muskeln übermittelt worden, die sich im Normalzustande gleichzeitig contrahiren, um die Senkung des Armes gegen die Schulter kraftvoll zu vollziehen; aber nur jene, die nicht zerstört oder gelähmt waren, der Anconaeus longus und der Coracobrachialis, reagirten auf die Nervenerregung.

Durch diese pathologischen Fälle wird bewiesen, dass der Anconaeus longus und Coracobrachialis an dem Zusammenspiel der Muskeln theilnehmen, durch welches die Senkung des Armes gegen die Schulter zu Stande kommt.

126. In den vorstehenden pathologischen Fällen beobachtet man, dass die genannten Muskeln einem der Senkung des Armes geleisteten W[illegible]nur äusserst schwach entgegenwirken. Sie nehm[illegible]lich als Senker des Armes an dieser Function

Theil, wie übrigens schon die locale Faradisation des Anconaeus longus und Coracobrachialis gezeigt hat, sondern zu dem Zwecke, um dabei den Kopf des Humerus in Contact mit der Gelenkhöhle zu erhalten und so die Thätigkeit der unteren Fascikel des Latissimus dorsi und des Pectoralis major, die ihn aus derselben nach abwärts ziehen, zu neutralisiren.

In der That habe ich an Individuen, bei denen der Anconaeus longus und Coracobrachialis atrophisch waren — in diesen Fällen waren fast alle Muskeln des Armes geschwunden — constatirt, dass der Kopf des Humerus beträchtlich nach abwärts gezogen wurde, fast soweit, dass er sich über den unteren Rand der Gelenkhöhle subluxirte, sobald sie die Senkung des Armes mit Kraft ausführen wollten, wie z. B. beim Ziehen an einer Schnur von oben nach unten.

Dieses Factum ist leichter zu beobachten, wenn gleichzeitig mit dem Anconaeus longus und Coracobrachialis der Deltoïdeus und Supraspinatus atrophirt sind. Wie man sich erinnert, ist dann nicht nur die Erhebung des Armes gegen die Schulter aufgehoben, sondern es besteht auch eine Diastase, eine Subluxation des Humeruskopfes nach unten, was man an dem Relief des Humeruskopfes und an der Vertiefung, die zwischen diesem und dem Rande des Acromion besteht, erkennt (s. Fig. 18). Wenn ich dann mit einer Hand den Ellenbogen des Kranken fasste und den Humerus von unten nach oben hob, ihn dabei etwas vom Rumpfe entfernte und seinen Kopf dem Acromion angenähert erhielt, und wenn dann der Patient seinen Arm dem Rumpfe annähern wollte, so konnte ich beobachten, dass der Humeruskopf durch die unteren Portionen des Latissimus dorsi und des Pectoralis major mit grosser Kraft gesenkt und nach unten subluxirt wurde.

General-Uebersicht

der hauptsächlichsten physiologischen Sätze, die sich aus den vorstehenden Thatsachen ergeben.

A. Erhebung des Oberarmes.

Die Muskeln, die die Fähigkeit haben, den Humerus gegen das Schulterblatt zu erheben, sind der Deltoïdeus und der Supraspinatus.

I. Der Deltoïdeus ist der hauptsächlichste, wenn nicht einzige Muskel, welcher in Folge seiner Kraft und der Verschiedenheit der

Bewegungsrichtungen, die er dem Humerus ertheilt, bestimmt scheint, die Erhebung desselben gegen das Schulterblatt zu bewirken.

II. Der elektrophysiologische Versuch beweist, dass das Eintreten des Supraspinatus nicht nöthig ist, um diese Erhebung zu beginnen, dass dieselbe vielmehr durch die isolirte Contraction des Deltoïdeus selbst dann statt hat, wenn seine Fascikel parallel zu der Richtung des Humerus sind.

III. Indem der Deltoïdeus durch seine isolirte Contraction den Humerus erhebt, rückt er gleichzeitig das Schulterblatt aus seiner Lage und ertheilt ihm folgende Bewegungen: 1) er drückt seinen äusseren Winkel herab, während die beiden anderen Winkel sich erheben; bei dieser Bewegung wird der untere Winkel der Mittellinie genähert und erzeugt einen Vorsprung unter der Haut, 2) er bedingt eine Hebelbewegung des Schulterblattes um eine imaginäre, senkrecht durch seinen äusseren Winkel durchgelegte Axe, so dass sich der spinale Rand desselben um 4—5 cm. von den Thoraxwänden entfernt und sich flügelförmig davon loszulösen scheint. Während dieses Experimentes bildet sich zwischen dem spinalen Rande des Schulterblattes und der entsprechenden Partie des Rückens eine Art Rinne, die bald mehr bald weniger tief ist, und der Humeruskopf zeigt eine Tendenz, die Gelenkhöhle zu verlassen und sich nach unten zu subluxiren.

Durch den Willen kann man diese fehlerhafte Stellung nicht nachmachen, denn er besitzt nicht die gefährliche Macht wie die locale Faradisation, den Deltoïdeus isolirt zur Contraction zu bringen.

IV. Bei der willkürlichen Erhebung des Armes kommt der Serratus anticus magnus, der so zu sagen unter den Befehl des Deltoïdeus gestellt ist, diesem letzteren zu Hülfe, nicht nur, wie man behauptet hat, um das Schulterblatt zu fixiren, sondern ausserdem, um die Erhebung des Armes bis zur Senkrechten zu vervollständigen.

V. Die Grenze der Deltoïdeuswirkung ist nämlich die horizontale Erhebung des Armes; sie bildet den ersten Zeitabschnitt in der Erhebung des Armes, während dessen sich der Serratus anticus magnus hauptsächlich darauf beschränkt, durch Contraction seiner beiden oberen Portionen den spinalen Rand des Schulterblattes gegen den Thorax zu fixiren.

Der Arm würde die Grenze der horizontalen Erhebung nicht überschreiten können, ohne dass der Humeruskopf an das Acromion stiesse und sich nach abwärts subluxirte. Dieser übermässigen Er-

hebung des Humerus gegen das Schulterblatt durch den Deltoïdeus beugt glücklicher Weise der Serratus anticus magnus vor.

VI. Wenn nämlich die Erhebung des Humerus über die horizontale Richtung hinaus geschehen soll, ist es nothwendig, dass das Schulterblatt eine Rotationsbewegung ausführt, derart, dass der äussere Winkel desselben sich erhebt.

Dieser zweite Zeitabschnitt der Armerhebung wird durch das radiäre Fascikel des Serratus anticus magnus und durch die obere Portion des mittleren Drittels des Trapezius besorgt. Dabei tritt die letztere nur bei den gewaltsamen Bewegungen als Hülfsmuskel des Serratus anticus magnus in Wirksamkeit.

VII. Bei denjenigen Erhebungsbewegungen des Armes, welche eine grosse Kraft erfordern, treten alle Portionen des Deltoïdeus synergisch in Contraction; es giebt aber Positionen der oberen Extremität, bei denen die gleichzeitige Contraction gewisser Portionen des Deltoïdeus nicht stattfinden kann.

So muss 1) das hintere Drittel des Deltoïdeus jedesmal erschlaffen, wenn der Arm nach innen oder nach vorn erhoben wird, 2) die Bewegung schief nach hinten erfordert die Erschlaffung des vorderen Drittels dieses Muskels, 3) das mittlere Drittel des Deltoïdeus leiht jeder dieser beiden Muskelportionen seine Mithülfe bei den Bewegungen, die einige Kraft erfordern.

Die drei Muskelportionen können sich synergisch zusammenziehen, um die Erhebung nach aussen hervorzubringen, so lange diese nicht einen Winkel von 45° übersteigt; über diesen Punkt hinaus fällt nothwendiger Weise das hintere Drittel in Erschlaffung, und die Erhebung nach aussen geschieht bei den Kraft erfordernden Bewegungen nur noch durch das mittlere Drittel und das vordere Drittel.

Der Grund für die gezwungene Neutralität dieser oder jener Portion des Deltoïdeus während dieser verschiedenen Bewegungen liegt in dem Antagonismus, der durch ihre Betheiligung entstehen und der auch die Thätigkeit der anderen Portionen des Muskels erschweren würde.

Ein sehr grosses Interesse haben die vorstehenden Sätze der Muskelmechanik für die bildenden Künste.

VIII. Die drei Portionen des Deltoïdeus (sein vorderes, hinteres und mittleres Drittel) stellen in physiologischer Hinsicht drei verschiedene Muskeln dar: 1) weil sich jede von ihnen unabhängig und isolirt contrahirt, sobald die Bewegung ohne Anstrengung geschieht,

um die Erhebung sei es nach vorn, sei es nach aussen, sei es nach hinten, zu bewirken, 2) weil die drei Portionen bei den Bewegungen nach vorn und hinten, die sie dem Humerus ertheilen, gegenseitige Antagonisten sind, 3) weil sie endlich sogar für die einfache Erhebung unter einander Antagonisten sind. Ich erinnere nämlich daran, dass das hintere Drittel des Deltoïdeus nur sehr wenig zur Erhebung beiträgt und zum Beuger wird, wenn der Arm durch die beiden anderen Drittel bis über einen Winkel von 45° erhoben ist.

Aus dem Deltoïdeus nur einen einzigen Muskel zu machen, scheint mir allen physiologischen Grundsätzen ebenso zu widersprechen, wie wenn man alle diejenigen Muskeln, die am Daumenballen liegen und den Daumen und seinen Mittelhandknochen bewegen, als einen einzigen Muskel betrachten wollte.

IX. Das Experiment beweist, dass der Supraspinatus den Humerus erhebt und ihn gleichzeitig nach vorn und aussen bringt. Ausserdem zeigt die klinische Beobachtung, dass er kräftig genug ist, um die Erhebung selbst dann zu besorgen, wenn der Deltoïdeus ganz und gar atrophisch ist. Gleichwohl ist er unendlich viel schwächer als dieser. Seine seitliche Wirkung ist sehr schwach.

X. Besonders dann, wenn der Kopf des Humerus gegen die Gelenkhöhle fixirt werden muss, ist seine Mitwirkung bei der Erhebung des Humerus nützlich, denn sie verhindert die Subluxation desselben nach unten, welche bei der Deltoïdeuswirkung gern eintritt.

XI. In gleicher Weise zeigt er sich als lebendiges Ligament nützlich, denn wenn er atrophirt ist, so bemerkt man in der Muskelruhe eine Subluxation (Diastase) des Humeruskopfes nach unten.

B. Drehbewegungen des Humerus.

XII. Der Infraspinatus und Teres minor bilden von physiologischem Standpunkte einen einzigen Muskel, den man mit dem gemeinschaftlichen Namen Rotator humeri posticus bezeichnen kann.

XIII. Dieser Muskel ertheilt dem Humerus eine Drehbewegung um seine Längsaxe nach aussen.

Er führt diese Beweguug aus, ohne den Humerus zu senken.

Das Vorstehende ist auch anwendbar auf den Subscapularis, mit dem Unterschiede jedoch, dass die Bewegung, die er dem Humerus ertheilt, in entgegengesetzter Richtung stattfindet; man kann ihn Rotator humeri anticus nennen.

XIV. Der Rotator humeri posticus und der Rotator humeri anticus spielen bei den Supinations- und Pronationsbewegungen der Hand eine wichtige Rolle, wie schon die Alten vermuthet hatten; die pathologische Beobachtung beweist, dass die modernen Anatomen Unrecht gehabt haben, wenn sie dies bestritten.

C. Senkung des Humerus.

XV. Die Senkung des vorher senkrecht erhobenen Armes schief nach vorn und innen wird von dem gesammten Pectoralis major, hauptsächlich aber von seinem oberen Drittel ausgeführt, bis das Glied die horizontale Richtung erreicht hat.

Unterhalb dieses Punktes kann das obere Drittel des Pectoralis major nicht mehr seine Mitwirkung bieten; es erschlafft dann, und die Bewegung der Senkung wird von seiner unteren Portion fortgesetzt.

XVI. Die Senkung des in die verticale Erhebung gestellten Armes schief nach hinten und innen wird von dem hinteren Drittel des Deltoïdeus, dem Teres major und dem Rhomboïdeus, welche mit grosser Energie wie ein einziger Muskel wirken, und endlich noch von dem Latissimus dorsi und der langen Portion des Triceps bewirkt.

Wenn der Arm soweit herabgestiegen ist, dass er mit dem Rumpfe einen Winkel von ungefähr 45° macht, so hört das hintere Drittel des Deltoïdeus auf, sich zu contrahiren, und die anderen Muskeln führen seine Senkung zu Ende.

XVII. Die Senkung des Armes gerade nach aussen steht unter der Abhängigkeit aller bei seiner Senkung mitwirkenden Muskeln mit Ausnahme des oberen Drittels des Pectoralis major.

XVIII. Dies sind die Muskeln, welche die verschiedenen bei der Senkung des Armes in Betracht kommenden Bewegungen besorgen.

Nichtsdestoweniger sind sie unter gewissen Bedingungen zur Senkung des Armes nicht absolut erforderlich. Eine pathologische Erfahrung, die im Laufe dieser Arbeit berichtet worden ist, wo ein Mann, der diese Muskeln verloren hatte, den Arm noch mit Leichtigkeit in allen Richtungen senken konnte, wenn auch ohne Kraft, diese Thatsache, sage ich, beweist, dass die Erschlaffung der verschiedenen Portionen des Deltoïdeus zu diesen Bewegungen des Armes, der dann nur der Schwerkraft folgt, genügt.

Im Normalzustande treten die als Senker des Armes wirkenden Muskeln nur dann in Wirksamkeit, wenn seine Senkung auf Widerstand trifft, oder Kraft erfordert.

XIX. Bei isolirter Wirkung nähert der Teres major mit grosser Kraft den unteren Winkel des Schulterblattes dem Humerus und umgekehrt.

XX. Wenn dieser Muskel die Fähigkeit haben soll, den Arm kräftig zu senken, so muss synergisch mit ihm der Rhomboïdeus in Contraction treten, was man künstlich durch die elektromuskuläre Versuchsweise herstellen kann. Die beiden Muskeln würden dann als Senker des Armes einen einzigen Muskel bilden, von denen der eine die Fortsetzung des anderen bildet.

Die klinische Beobachtung beweist jedoch, dass die genannten beiden Muskeln nur dann eine Wirkung entfalten können, wenn der äussere Winkel des Schulterblattes fest herabgedrückt gehalten wird, wie es physiologischer Weise bei der Senkung des Armes durch die unteren Portionen des Latissimus dorsi und des Pectoralis major geschieht.

XXI. Der Teres major hebt auch kräftig den äusseren Winkel des Schulterblattes und folglich die Schulter; aus diesem Grunde wird, wenn die Bewegung der Schultererhebung mit Anstrengung geschieht, der Arm fest an den Rumpf gedrückt gehalten.

XXII. Die Drehwirkung des Teres major ist sehr beschränkt, wenn sie nicht vollständig illusorisch ist.

Er führt thatsächlich den Arm etwas nach hinten, während er ihn senkt, aber nicht genügend weit, dass der Vorderarm und die Hand in Pronationsstellung hinter dem Rücken vorbeigelangen könnten und er so den Namen des Ani scalptor verdiente, der ihm gegeben worden ist. Er widersetzt sich im Gegentheil dieser Function, die dem hinteren Drittel des Deltoïdeus angehört.

XXIII. Der Anconaeus longus (lange Portion des Triceps brachii) wirkt bei dem Zusammenspiel der Muskeln, aus dem physiologischer Weise die Senkung des Armes resultirt, nicht mit, um diese letztere Bewegung zu bewirken, die er übrigens mit geringer Kraft ausführen kann, sondern als Feststeller des Oberarm-Schultergelenkes.

Der Muskel hält dabei den Kopf des Humerus fest gegen die Gelenkhöhle gedrückt und neutralisirt so die Wirkung der unteren Portionen des Latissimus dorsi und des Pectoralis major, welche im

Gegentheil zur Zeit, wo sie den Arm senken, den Humeruskopf kräftig von der Gelenkhöhle abziehen.

Der Coracobrachialis übt auf das Oberarm-Schultergelenk eine ähnliche Wirkung.

Drittes Capitel.

Einzelwirkung und Verrichtungen der Muskeln, die den Vorderarm bewegen.

Erster Artikel.

Muskeln, welche den Vorderarm gegen den Oberarm strecken: der Triceps brachii (Anconaeus longus oder langer Bauch des Triceps, Anconaeus externus und internus oder lateraler und medialer Bauch des Triceps) und Anconaeus quartus oder brevis.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

Der Vorderarm wurde in Beugung gegen den Oberarm gebracht und die folgenden Versuche angestellt: 1) Ich faradisirte nach einander die drei Bäuche des Triceps brachii und zwar gleich stark, mit demselben Strome und bei gleicher Spannung desselben, dann constatirte ich, dass der Anconaeus longus (die lange Portion des Triceps brachii) den Vorderarm mit viel geringerer Energie streckt, als jeder der seitlichen Bäuche dieses Muskels (Anconaeus internus und externus). Wenn ich 2) zum Vergleiche abwechselnd die seitlichen Bäuche des Triceps brachii faradisirte, so constatirte ich, dass sie die gleiche Wirkung hatten und den Vorderarm mit gleicher Energie streckten, 3) die Faradisation des Anconaeus quartus führt die Streckung des Vorderarmes herbei, in welchem Grade der Beugung dieser auch im Augenblick des Experimentes stehen mag. Er bewirkt diese Bewegung mit grösserer Kraft als der Anconaeus longus. Während er den Ellenbogen streckt, ertheilt er ihm gleichzeitig eine kleine Seitwärtsbewegung von innen nach aussen.

B. Bemerkungen.

127. Aus den vorstehenden Versuchen ergiebt sich, dass von allen Muskelbündeln oder Muskeln, die die Streckung des Vorderarmes bewirken, der Anconaeus longus derjenige ist, dessen isolirte Faradisation diese Bewegung mit der geringsten Kraft herbeiführt. Diese Thatsache, welche bald durch die pathologische Beobachtung bestätigt werden wird, erklärt sich durch den Mangel an Festigkeit in der oberen Endigung des Anconaeus longus, im Vergleich zu den anderen Muskelbündeln, die das Ellenbogengelenk strecken.

Diese Einrichtung hat ihren Vortheil; denn da die Senkung des Armes sich ebensowohl bei gebeugtem wie bei gestrecktem Vorderarm vollziehen muss, so durfte der Anconaeus longus als Hülfsmuskel der Senkung des Oberarmes gegen den Rumpf keine zu mächtige Wirkung auf die Streckung des Vorderarmes haben.

128. Die isolirte Wirkung jedes der seitlichen Bäuche des Triceps brachii ist vollkommen gleichartig; sie bilden einen einzigen Muskel, welcher die Streckung des Vorderarmes gegen den Oberarm kräftig und unabhängig von jeder anderen Bewegung ausführt.

Obwohl die letzteren beiden Muskelbäuche den eigentlichen Strecker des Vorderarmes darstellen, so treten nichtsdestoweniger die drei Bäuche des Triceps brachii oft synergisch in Action, so bei grossen Anstrengungen und hauptsächlich unter folgenden Verhältnissen: angenommen, ein Mann wolle einen heftigen Schlag führen, wobei der Arm erhoben und der Vorderarm gebeugt ist; sein Oberarm senkt sich zur selben Zeit als sich der Vorderarm lebhaft und kraftvoll streckt. Dann ziehen sich alle die Muskelbündel oder Muskeln, die zur Streckung des Vorderarmes zusammenwirken, synergisch mit den Herabziehern des Oberarmes zusammen. Und obwohl einer derselben, der Anconaeus longus, bei der Streckbewegung des Vorderarmes nur schwach mithilft, so ist doch seine Mitwirkung sehr vortheilhaft; denn er hält den Kopf des Humerus fest gegen die Gelenkhöhle angedrückt, und ohne ihn würde derselbe von der oberen Extremität nach vorn oder nach aussen mitgerissen werden, und zwar mit um so grösserer Gewalt, wenn die Hand mit einem schweren Körper, mit einem Hammer, einer Keule oder irgend einer Waffe bewaffnet ist.

129. Der Anconaeus quartus, dessen Wirkung ziemlich kräftig ist, hilft bei allen Extensionsbewegungen des Vorderarmes. Er ertheilt aber ausserdem dem Ellenbogen eine Seitwärtsbewegung nach aussen in Folge der schiefen Richtung seiner Fasern, die von dem Olecranon nach dem Condylus externus gehen, und dies macht sein

Mitwirkung bei den Pronations- und Supinationsbewegungen sehr nützlich, wie ich in der Folge beweisen werde.

§ II. Pathologische Physiologie.

130. Ich habe Gelegenheit gehabt, die partielle Atrophie und Lähmung der verschiedenen Muskelbäuche, die die Streckung des Vorderarmes gegen den Oberarm bewirken, zu beobachten und vergleichsweise zu prüfen, mit welcher Kraft dann von den gesund gebliebenen vereinzelten Muskelbäuchen die Streckung des Vorderarmes ausgeführt wurde. Das Ergebniss meiner Untersuchungen war folgendes:

1) Der lange Bauch des Triceps brachii (Anconaeus longus), der z. B. bei dem auf Fig. 19 abgebildeten jungen Manne allein vorhanden war, streckt den Vorderarm nur schwach, mit einer Kraft von ungefähr 3—4 kg.

2) Der Anconaeus quartus bewirkt, wenn die drei Portionen des Triceps brachii atrophirt sind, die Streckung des Vorderarmes mit etwas grösserer Kraft als die lange Portion.

3) Jeder einzelne der seitlichen Muskelbäuche endlich führt die Streckung des Vorderarmes mit grosser Kraft aus. Diese Beobachtung machte ich zweimal an dem inneren und einmal an dem äusseren Bauche des Triceps.

Diese Thatsachen dienen den Ergebnissen der elektrophysiologischen Versuchsweise hinsichtlich der relativen Kraft der verschiedenen den Vorderarm streckenden Muskelbäuche zur Bestätigung.

131. Einmal habe ich in Folge der Atrophie aller Muskelbäuche und Muskeln, die diese Bewegung hervorbringen, den vollständigen Verlust der Streckung des Vorderarmes gegen den Oberarm beobachtet.

Die Figg. 20 und 21 stellen eine obere Extremität vor, bei der eine solche partielle Atrophie den Triceps brachii betroffen hat.

Ich ergriff diese Gelegenheit, um die durch eine solche partielle Muskelläsion verursachten Functionsstörungen bei den Verrichtungen der oberen Extremität in Bezug auf den Nutzen der Extensionsbewegung des Vorderarmes zu analysiren.

Wenn man den Kranken, selbst wenn er einen gewichtigen Körper in der Hand hielt, seinen Vorderarm abwechselnd beugen und strecken sah, so hätte beim ersten Anblick niemand vermuthet, dass die Strecker des Vorderarmes bei ihm nicht existirten. Er konnte die hauptsächlichen Verrichtungen der oberen Extremität besorgen; sobald aber der Arm so weit erhoben war, dass der Vorderarm durch seine Schwere in Beugestellung verfiel, war es ihm un-

möglich, ihn wieder auszustrecken. Wollte er z. B. die Hand an den Kopf führen, um etwa den Hut abzunehmen, so blieb sein Vorderarm gebeugt, sobald der Ellenbogen in einer gewissen Höhe angelangt war, und um ihn zu strecken, musste er seinen Oberarm so weit senken, dass der Vorderarm durch sein eigenes Gewicht in Streckstellung gezogen wurde.

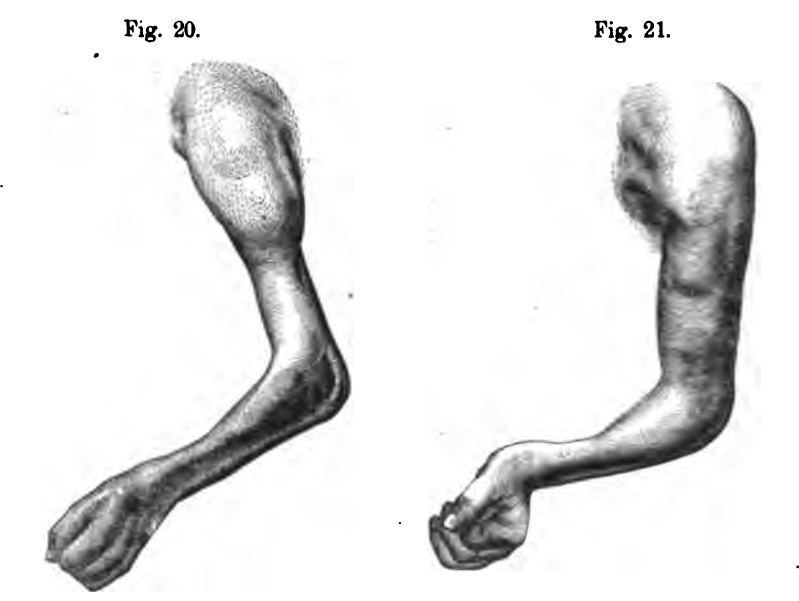


Fig. 20. Fig. 21.

Alles in Allem waren in Folge des Verlustes der Muskelkraft, die die Streckung des Vorderarmes bewirkt, die abwechselnden Bewegungen der Streckung und Beugung nur noch mit Hülfe der Schwere des Vorderarmes, d. h. in bestimmten Stellungen der oberen Extremität möglich.

Es ist leicht zu begreifen, welche Functionsstörungen durch den Verlust der zur Streckung des Vorderarmes dienenden Muskelbündel

---

Figg. 20 und 21. Linke obere Extremität in zwei verschiedenen Ansichten, von einem Individuum, bei dem die die Bewegung der Finger vermittelnden Muskeln mit Ausnahme einiger schon sehr atrophischer Fascikeln der Fingerbeuger verschwunden sind. Der reliefartige Vorsprung des Supinator longus contrastirt mit der Atrophie der anderen Muskeln des Vorderarmes, in deren [illegible]reich die Haut buchstäblich auf die Knochen gelöthet ist. Am Oberarm [illegible]ler Triceps brachii gänzlich verschwunden (s. Fig. 20), während der Biceps [illegible] ziemlich voluminös ist; dasselbe kann man auf Fig. 21 constatiren, die [illegible]gezeichnet ist, dass man das Relief dieses Muskels sehen kann.

verursacht werden müssen, und welche Verrichtungen dann noch erhalten sind. Augenscheinlich ist die Schwere des Vorderarmes nicht im Stande, die zur Streckung des Vorderarmes dienende Muskelthätigkeit zu ersetzen, sobald dieselbe mit einer gewissen Kraft ausgeführt werden soll.

132. Endlich bringt die Abwesenheit des Muskelantagonismus gegen die Beugung für diese letztere den Verlust der Präcision mit sich, die in gewissen Fällen dazu erforderlich ist.

Wenn z. B. der Oberarm in annähernd senkrechte Richtung erhoben war, und das Individuum gewaltsam und rasch den Vorderarm beugte, so ging die Flexionsbewegung immer über seine Absicht hinaus und es gelang ihm nicht, mit der Hand exact und präcis an den Gegenständen, die er berühren wollte, Halt zu machen.

Folgendes ist die Erklärung davon:

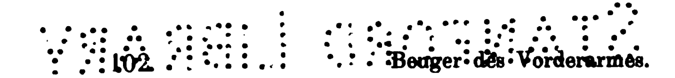
Bei jeder Bewegung treten auch die antagonistisch oder als Moderatoren dieser Bewegung wirkenden Muskeln in Thätigkeit, um sie zu reguliren und ihr die nöthige Sicherheit zu verleihen. — Dieser Satz, welcher der Hypothese Galen's über die Ruhe der antagonistischen Muskeln bei jeder willkürlichen Bewegung widerspricht, folgt aus den Untersuchungen, die ich an einem andern Orte*) berichtet habe und auf die ich mir vorbehalte zurückzukommen. — Da diese Harmonie zwischen den die Beugung des Vorderarmes besorgenden Muskeln und seinen Streckmuskeln bei unserem Kranken in Folge der Atrophie dieser letzteren nicht mehr bestand, so konnte die Beugung des Vorderarmes, besonders bei raschen Bewegungen, nicht mehr mit Präcision geschehen.

ZWEITER ARTIKEL.

Muskeln, die den Vorderarm gegen den Oberarm beugen, und Muskeln, die die Pronation und Supination bewirken: Brachialis internus, Biceps brachii, Supinator longus, Supinator brevis, Pronator teres, Pronator quadratus.

Von den drei Beugemuskeln des Vorderarmes gegen den Oberarm bewirken zwei gleichzeitig die Supination oder die Pronation. Deswegen erscheint es mir vortheilhaft, die Untersuchung derselben zusammen mit denjenigen Muskeln, die einzig zur Pronation und Supination bestimmt sind, in einer Studie vorzunehmen.

*) Electrisation localisée, 2. édit. p. 581 u. 834 (3. édit. p. 773).



§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

I. Brachialis internus (selbstständiger Beuger des Vorderarmes gegen den Oberarm). — Die Faradisation des Brachialis internus bedingt die energische Beugung des Vorderarmes gegen den Oberarm, während sie die Rotationsbewegung des Radius um die Ulna freilässt oder mit anderen Worten, der Pronation oder der Supination in gleicher Weise gestattet sich zu vollziehen.

Diese Beugung des Vorderarmes durch den Brachialis internus geschieht in gerader Richtung gegen den Oberarm und nicht von innen nach aussen.

II. Biceps brachii (Beuge- und gleichzeitig Supinationsmuskel.) — Befindet sich die Hand in Pronationsstellung, so stellt sie sich, sobald man die elektrische Zusammenziehung des Biceps brachii veranlasst, rasch in Supinationsstellung, und gleichzeitig beugt sich der Vorderarm gegen den Oberarm.

Versucht man, während so der Biceps durch einen starken Strom in Contraction versetzt ist, auf mechanische Weise die Pronation herbeizuführen, so empfindet man einen grossen Widerstand.

Hält das Individuum die Streckstellung des Vorderarmes energisch fest, während man auf elektrischem Wege die Contraction seines Biceps brachii herbeiführt, so stellt sich die Hand in Supination, wenn sie vorher in Pronation war; diese Bewegung wird aber mit weit geringerer Kraft ausgeführt, als wenn sich zur Zeit des Experimentes der Vorderarm in halber Beugestellung gegen den Oberarm befindet.

Bleibt der elektrische Reiz auf die lange Portion des Biceps brachii localisirt, so wirkt er lange nicht so kräftig als bei der kurzen Portion des Muskels, er bewirkt kaum eine halbe Supination.

Bei isolirter Contraction dieser Portion bemerkt man nicht die geringste Bewegung des Schulterblattes.

III. Supinator longus (Brachio-radialis, Beugung und halbe Pronation bewirkend.) — Die elektrische Zusammenziehung des Supinator longus bewirkt eine kräftige Beugung des Vorderarmes gegen den Oberarm.

Gleichzeitig versetzt sie die Hand in eine Zwischenstellung zwischen Pronation und Supination und erhält sie in derselben. Die Pronationsbewegung, welche unter diesen Umständen vom Supinator longus ausgeführt wird, hat jedoch bei weitem nicht den Umfang, wie die vom Biceps brachii bewirkte Supinationsbewegung.

IV. Supinator brevis (selbstständiger Supinationsmuskel.) — Die isolirte Contraction des Supinator brevis, die man bei gewissen Individuen erhalten kann, bei denen die ihn bedeckenden Muskeln atrophirt oder ihrer elektrischen Erregbarkeit beraubt sind, wie z. B. bei der Bleilähmung, diese Contraction, sage ich, bewirkt eine energische und vollständige Supination unabhängig von jeder anderen Bewegung.

V. Pronator teres (Pronations- und Flexionsmuskel) und Pronator quadratus (selbstständiger Pronationsmuskel). — Die elektrische Reizung des Pronator teres und des Pronator quadratus bewirkt eine energische Pronation.

Wenn zur Zeit, wo man den Pronator teres zur Contraction bringt, die Hand in Supination steht, und man der Pronation Widerstand leistet, so beugt sich der Vorderarm mit ziemlich erheblicher Kraft gegen den Oberarm.

Fährt man mit der Reizung des Pronator teres fort, während die Pronation schon ihr Maximum erreicht hat, so geschieht noch eine weitere Beugung des Vorderarmes gegen den Oberarm, aber nur mit geringer Kraft.

B. Bemerkungen.

133. Man lehrte bisher, dass nur zwei Muskeln speciell dazu bestimmt wären, die Beugung des Vorderarmes gegen den Oberarm hervorzubringen, dagegen hat die elektromuskuläre Versuchsweise soeben dargethan, dass der Supinator longus die Beugung mit derselben Kraft bewirkt, wie die beiden anderen Muskeln.

Es bedurfte übrigens nicht dieser Versuchsmethode, um die physiologische Wirkung des Supinator longus für den Augenschein darzuthun, denn man sieht das Relief dieses Muskels stark hervortreten, wenn mit einer gewissen Kraft die willkürliche Beugung des Vorderarmes ausgeführt wird, und besonders, wenn man dabei der Beugebewegung Widerstand leistet, während die Hand in Pronationsstellung steht. Muss man nicht wirklich staunen, dass man nicht darauf gekommen ist, in ihm den mächtigen Beuger des Vorderarmes gegen den Oberarm zu sehen, der er in Wirklichkeit ist, anstatt ihm eine Benennung zu geben, die von einer ganz hypothetischen Wirkung auf die Supinationsbewegung entnommen ist, die er nach den Autoren dem Radius ertheilen sollte, die er aber gar nicht besitzt.

134. Man kannte nur zwei speciell für die Pronation und zwei andere für die Supination bestimmte Muskeln.

Die elektrophysiologische Versuchsweise hat zu dem, was man über

die drei derselben, dem Pronator teres, dem Pronator quadratus und dem Supinator brevis zukommende Wirkung schon wusste, nichts hinzugefügt; sie hat aber dargethan, dass der vierte, der Supinator longus, auf den Radius eine ganz entgegengesetzte Wirkung übt, als man von ihm vermuthet hatte, und dass er folglich seinen Namen ändern muss.

Endlich ist durch den Versuch bis zur Evidenz bewiesen, dass der Biceps brachii in Wirklichkeit ein mächtiger Supinationsmuskel ist, wie Winslow behauptet hatte; was indessen die modernen Autoren verkannt oder auch vergessen haben.

135. Alles in Allem sind die Muskelkräfte, die auf die Beugung des Vorderarmes, die Pronation und Supination wirken, derart vertheilt, dass je ein Muskel jede dieser Bewegungen unabhängig von anderen Bewegungen ausführt, und je ein Muskel gleichzeitig die Flexion und Supination oder die Flexion und Pronation hervorbringt.

Demgemäss ist der Brachialis internus ausschliesslicher Beuger, der Biceps brachii Beuger und Supinationsmuskel, der sogenannte Supinator longus Beuger und Pronationsmuskel und die drei anderen Muskeln, der Supinator brevis, der Pronator teres und Pronator quadratus sind ausschliesslich Supinations- oder Pronationsmuskeln.

Niemand wird den Nutzen der gemischten Flexions- und Supinations-, oder Flexions- und Pronationsbewegungen, wenn sie von einem einzigen Muskel ausgeführt werden, verkennen. Wie häufig sind diese gemischten und ohne Anstrengung sich vollziehenden Bewegungen bei den Verrichtungen der oberen Extremität!

Aber ebenso kam es für den Gebrauch der Hand und besonders für ihre Geschicklichkeit darauf an, dass die Pronation oder Supination sich unabhängig von der Beugung oder Streckung des Vorderarmes vollziehen konnten.

Nur bei grossen Anstrengungen contrahiren sich sämmtliche diese Bewegungen vollführenden Muskeln synergisch.

136. Die Pronation und die Supination sind in den Lehrbüchern der modernen Anatomie als einfache Rotationsbewegungen des Radius um die Ulna beschrieben worden. Ich werde beweisen, [illegible] diese Meinung irrig ist und dass bei den Pronations- und [illegible]ationsbewegungen der Radius und die Ulna Kreisbögen in ent[illegible]gesetzter Richtung beschreiben, die nur an ihrem unteren Ende [illegible]r sichtbar sind.

Sieht man von allen Gelenkbewegungen ab, so beobachtet man während der Pronation oder Supination, dass die unteren Enden des Radius und der Ulna zwei Kreisbogen von gleicher Ausdehnung, aber in entgegengesetztem Sinne um eine imaginäre Axe beschreiben, die durch den dritten Mittelhandknochen hindurchgeht. Es folgt daraus, dass, wenn während dieser Pronations- und Supinationsbewegung die Finger und die Hand parallel in der Richtung des Vorderarmes ausgetreckt sind, die Hand um eine durch den Mittelfinger repräsentirte Axe rotirt.

Wer die unteren Enden der Ulna und des Radius diese gleich grossen Kreisbogen in entgegengesetzter Richtung beschreiben sähe, ohne einen Begriff von Anatomie zu besitzen, der würde gewiss nicht auf den Gedanken kommen, die daraus resultirenden Pronations- und Supinationsbewegungen durch die ausschliessliche Drehung des Radius um die Ulna zu erklären.

In Wirklichkeit kann aber jeder constatiren, dass beide Knochen sich dabei in ihrem unteren Viertel in entgegengesetzter Richtung und mit gleicher Excursion bewegen, und dass sie darin solidarisch sind.

Diese Thatsachen sind schon von Vicq d'Azyr und noch besser von Winslow angedeutet, von den Anatomen ist darüber gestritten worden. Absolut verneint wurden sie von Professor Cruveilhier. Dennoch sind sie unbestreitbar; auf folgende Weise habe ich mich überzeugt, dass sie nicht auf Täuschung beruhen, wie mein berühmter Lehrer behauptet.

Ich befestigte am unteren Ende meiner Ulna in der Richtung des Querdurchmessers des Vorderarmes ein kleines Stäbchen von 10—15 cm. Länge. Wenn ich dann Pronations- und Supinationsbewegungen ausführte, sah ich die freien Enden dieses Stäbchens Halbkreise in entgegengesetzter Richtung beschreiben, was augenscheinlich nicht der Fall gewesen wäre, wenn dieses Knochenende feststehend geblieben wäre.

Wenn andererseits durch irgend einen Anlass diese Bewegung des unteren Endes der Ulna bei der Pronation oder Supination verhindert wird, so wird die Bewegung des unteren Endes des Radius in auffallender Weise gestört und sehr beschränkt; das kann übrigens jedermann an sich selbst constatiren, wenn er das untere Ende der Ulna fest in seiner Lage hält.

137. Die Anatomen, die diese Bewegungen verkannt oder sich auf ingeniöse Weise bemüht haben, darzuthun, dass eine so augenscheinliche physikalische Thatsache dennoch nur eine Illusion sei,

sind ohne Zweifel durch die Schwierigkeit beeinflusst worden, die es macht, die Circumductionsbewegungen des unteren Endes der Ulna bei der Pronation und Supination zu erklären.

Diejenigen, welche sie zugaben, haben ihren Mechanismus auf verschiedene Weise zu erklären gesucht. Nach den einen beruht er auf abwechselnden Bewegungen der Beugung und Streckung der Ulna, nach anderen auf Seitwärtsbewegungen dieses Knochens im Ellenbogengelenk. Vicq d'Azyr leugnet die Möglichkeit solcher Seitwärtsbewegungen im Cubitalgelenk und lässt nur die abwechselnden Beuge- und Streckbewegungen zu. Winslow endlich schiebt die Circumductionsbewegung des unteren Endes der Ulna ausschliesslich auf die Rotation des Humerus bei der Pronation und Supination.

138. An Leichen, bei denen die Muskeln und Gelenke der oberen Extremität präparirt waren, habe ich folgendes beobachtet: Indem ich den Oberarm mit Hülfe der Hand oder in einem Schraubstocke fest in seiner Lage hielt und dann den Vorderarm gegen den Oberarm streckte, ertheilte ich der Hand langsame Pronations- und Supinationsbewegungen; dabei sah ich, wie ich oben schon bei Erwähnung eines am Lebenden angestellten Versuches angegeben habe, das untere Ende der Ulna einen Kreisbogen abwechselnd in entgegengesetzter Richtung beschreiben. Ein Metallstäbchen von 15 cm. Länge, welches in querer Richtung von innen nach aussen in das untere Ende der Ulna eingesenkt worden war, gab diese Bewegungen vom Umfange eines Viertelkreises aufs augenscheinlichste wieder.

Wenn ich bei diesem Experiment der Hand, während sie im höchsten Grade der Supination stand, langsam eine Pronationsbewegung ertheilte, so constatirte ich, dass die Ulna in ihrer Articulation mit dem Humerus folgende Bewegungen ausführte: 1) eine Streckbewegung während des ersten Drittels des von ihrem unteren Ende beschriebenen Viertelkreises, 2) eine geringe Seitwärtsneigung von innen nach aussen während des mittleren Drittels, 3) eine Beugebewegung während des letzten Drittels.

Sobald die Hand im höchsten Grade ihrer Pronation angelangt war, führte ich sie langsam in die Supination zurück. Alsdann beschrieb das untere Ende der Ulna im entgegengesetzten Sinne einen neuen Bogen, der ebenfalls aus der Aufeinanderfolge und Combination derselben drei Bewegungen im Oberarm-Ulnagelenk resultirte, aus einer Streckung während der ersten Zeit, einer Seitwärtsneigung von aussen nach innen während des zweiten, und einer Beugung während des letzten Drittels.

139. Man muss einsehen, dass die abwechselnde Streckung und Beugung der Ulna das untere Ende dieses Knochens nur in gerader Linie bewegen kann, und dass für das Zustandekommen der Bogenlinie, die das untere Ende dieses Knochens bei der Pronation und Supination beschreibt, die Combination dieser beiden Bewegungen der Ulna mit ihrer Seitwärtsneigung, wie sie soeben entwickelt worden ist, absolut erforderlich war.

Die meisten Anatomen haben behauptet, dass das Ginglymusgelenk des Ellenbogens zu fest schliessend wäre, als dass es die geringste Seitenbewegung der Ulna erlaubte; ich habe indessen soeben bewiesen, dass sie sich naturgemäss fortwährend bei der Supination und Pronation vollzieht, wie ich im Vorstehenden geschildert habe.

Die Seitwärtsbewegung der Ulna bei der Pronation oder Supination ist also unbestreitbar vorhanden, man sei nun im Stande, sie zu erklären oder nicht.

Die kleinste Seitwärtsbewegung der Ulna in ihrer Articulation mit dem Oberarmknochen genügt schon, um der Bewegung am unteren Ende dieses Knochens, der auf diese Weise zu einem langen Hebelarm wird, eine Ausdehnung von 1—1½ cm. zu ertheilen. Es ist auch kein Wunder, dass diese Seitwärtsbewegung der Ulna im Ellenbogengelenk von einer grossen Zahl von Anatomen hat geleugnet werden können, denn sie kann dem Beobachter, der ihr nicht grosse Aufmerksamkeit schenkt, leicht entgehen. Ich für meine Person habe sie bei der Pronation oder Supination, die ich an präparirten Gliedmassen anstellte, von innen nach aussen und umgekehrt jedesmal, wo ich sie suchte, auch geschehen sehen. Aus dieser 1—1½ cm. im Umfang betragenden Seitwärtsbewegung nach innen oder nach aussen am unteren Ende der Ulna, combinirt mit den beiden anderen Bewegungen der Streckung und Beugung, resultirt die Bogenlinie, die der Knochen bei der Pronation und Supination beschreibt.

140. Die Bewegung der Ulna bei der Pronation und Supination scheint passiv zu sein, oder man kann sie wenigstens auf passivem Wege erhalten, wie die folgenden Versuche beweisen:

An frisch gestorbenen Individuen, deren Erregbarkeit noch erhalten war, habe ich mit Hülfe der localen Faradisation die Pronation und Supination erzeugt und auf einander folgend die drei im Vorstehenden beschriebenen Bewegungen sich vollziehen sehen. Dasselbe Experiment habe ich an einem frisch amputirten Gliede gemacht, nachdem ich es von der Haut entblösst hatte. Da die Muskeln blossgelegt waren, war ich sicher, dass die Reizung genau auf die Pro-

nations- oder Supinationsmuskeln localisirt war. Sobald nun die Pronation oder Supination begann, so sah ich, wie die Ulna im Ellenbogengelenk ihre drei aufeinander folgenden Bewegungen der Streckung, der Seitwärtsneigung und der Beugung ausführte. Ich constatirte darauf, dass das untere Ende des Radius dadurch, dass es sich in Pronation oder Supination drehte, dem unteren Ende der Ulna, mit der es articulirt, die Bewegungen mittheilte und so bewirkte, dass es einen dem seinigen gleichen Bogen in entgegengesetzter Richtung beschrieb.

Wenn ich darauf zur Zeit der energischen Contraction eines der Pronatoren oder des Supinator brevis das untere Ende der Ulna fest in seiner Lage hielt, so beobachtete ich, dass durch den Widerstand, den ich der durch den Radius ihr ertheilten Rotationsbewegung entgegenstellte, auch die Rotationsbewegung des letzteren sich sehr eingeschränkt fand.

Endlich constatirte ich bei diesen Versuchen, dass während der Rotation des Radius die Ligamente der Articulatio carpi ulnaris angespannt waren, und dass sie durch ihren Widerstand dem unteren Ende der Ulna die Kreisbogenbewegung ertheilten, von der die Rede gewesen ist.

Besteht ausser dieser passiven Bewegung der Ulna, welche durch die Supination und Pronation erzeugt wird, noch eine active Bewegung? Durch die elektrophysiologische Versuchsweise habe ich über diesen Gegenstand nichts erfahren, indessen wird man bald sehen, dass die klinische Beobachtung mich dahin führen muss, eine solche zuzulassen (s. 148).

141. Studirt man die Bewegungen der Supination und Pronation aus dem Gesichtspunkte der Verrichtungen der Hand, so versteht man den Nutzen dieser in Form eines Kreisbogens stattfindenden Bewegungen, die von der Ulna und dem Radius um eine gemeinsame Axe beschrieben werden. Diese imaginäre centrale Axe theilt nämlich, nach unten verlängert, die Palma manus in zwei gleiche Theile und setzt sich in den Mittelfinger fort, so dass bei der Pronation und Supination die Hand um ihre durch den Medius dargestellte Axe rotirt.

Es folgt daraus, dass die Hand sich in alle Grade der Pronation oder Supination stellen und von der einen zur andern übergehen kann, ohne sich jemals von dem Gegenstande zu entfernen, mit dem sie sich in Berührung befindet.

142. Es lässt sich leicht voraussehen, was geschehen wäre, wenn, wie es heute die Anatomen behaupten, die Supination oder die Pro-

nation einzig durch die Rotation des Radius um die Ulna, die dann feststehend bliebe, vollführt worden wäre.

Anstatt sich um ihre imaginäre Axe zu drehen, würde die Hand um ihren inneren Rand balancirt haben. Sie wäre dann von dem Gegenstande, mit dem sie in Berührung bleiben will, immer zu weit entfernt, sei es nach aussen durch die Supination, sei es nach innen durch die Pronation, und hätte fortwährend gegen ihn zurückgeführt werden müssen. Wie sehr hätte die manuelle Geschicklichkeit darunter gelitten! Welche Schwierigkeit hätte man z. B. gehabt, sich des Bohrers oder des Schraubenziehers zu bedienen, oder bei sehr vielen anderen Verrichtungen, bei denen die Hand sich um ihre Axe drehen muss!

143. Allemal wenn die Bewegungen der Supination und Pronation ohne Anstrengung ausgeführt werden, treten die ausschliesslichen Supinations- und Pronationsmuskeln (Supinator brevis, Pronator teres und quadratus) allein in Thätigkeit. Aber sobald diese Bewegungen auf Widerstand treffen, kommen die Rotationsmuskeln des Armes den letzteren zu Hülfe und zwar isolirt, wenn der Vorderarm sich in Streckung befindet, und unter Mitwirkung der Anzieher oder Abzieher des Armes, wenn der Vorderarm sich gegen den Oberarm gebeugt findet, mit anderen Worten, unter Erhebung des Armes nach aussen für die Pronation, und Senkung desselben nach innen für die Supination.

Ein Wort der Erklärung für diese Art von Bewegung, die ziemlich complicirt ist! — Wenn man, während der Vorderarm gebeugt ist, der Hand eine kräftige Supinationsbewegung ertheilt, wie z. B. um eine Schraube einzudrehen oder eine Schraubenmutter anzuziehen u. s. w., so haben die am Vorderarm befindlichen Supinationsmuskeln keine genügende Kraft und können der Supinationsbewegung nicht die genügende Ausdehnung geben; in Folge dessen wird der Oberarm nach aussen gehoben und darauf dem Rumpfe durch die seine Senkung bewirkenden Muskeln kraftvoll genähert, während er gleichzeitig unter dem Einfluss des Infraspinatus um seine Axe rotirt. Wenn während dieser Bewegung des Oberarmes die Hand, die das Werkzeug hält, in Pronation steht, so beobachtet man, dass sie sich um ihre Axe dreht und in Supination stellt. Diese Supinationsbewegung beträgt einen Viertelkreis, wenn beim Beginn derselben der Oberarm bis zur horizontalen Richtung nach aussen erhoben worden ist, so dass die vollständige Supination der Hand, nachdem der Vorderarm seine, wie man weiss, ebenfalls einen

Viertelkreis im Umfang betragende Supinationsbewegung ausgeführt hat, einen Halbkreis beträgt. — Will man dagegen eine kräftige Pronationsbewegung ausführen und sich dazu der Hülfsmuskeln dieser Bewegung bedienen, wie z. B. um eine Schraube herauszuziehen oder eine Schraubenmutter zu lockern, so wird zuerst der Vorderarm gebeugt, darauf der Oberarm in Supination durch den Deltoïdeus nach aussen abgehoben, und die Hand, die das Instrument hält, beschreibt, während sie fixirt bleibt, eine Pronationsbewegung und dreht sich um ihre Axe.

§ II. Pathologische Physiologie.

144. Die klinische Beobachtung beweist, dass der Nutzen der Beugemuskeln des Vorderarmes gegen den Oberarm bedeutender ist als der seiner Streckmuskeln. Man hat im Vorhergehenden (s. 131) gesehen, dass das Individuum, das der Wirksamkeit seiner Streckmuskeln beraubt ist, noch eine Menge von Verrichtungen der oberen Extremität ausführen kann, ohne sich zu sehr gehindert zu fühlen, weil dann das Gewicht des Vorderarmes dazu hinreicht, die abwechselnde Streckung und Beugung des letzteren zu bewerkstelligen.

Dies ist aber nicht mehr der Fall, sobald die Beugung des Vorderarmes abhanden gekommen ist. Die atrophische Lähmung der Kindheit und die progressive Muskelatrophie des Erwachsenen haben mir nur zu häufig Gelegenheit gegeben, diese Thatsache zu beobachten. Ich habe beispielsweise Kinder gesehen, die seit mehreren Jahren eine Oberextremität nicht gebrauchen konnten, trotzdem derselben nur die Beugemuskeln des Vorderarmes gegen den Oberarm fehlten *).

145. Es giebt klinische Fälle, welche die Nützlichkeit und die Nothwendigkeit der directen Anheftung des Biceps brachii an das Schulterblatt darthun. Die Individuen, bei denen ich den Biceps atrophisch gefunden habe, konnten noch mit Hülfe des Brachialis internus und des Supinator longus den Vorderarm energisch beugen; wenn aber dabei der Widerstand gegen die Beugung des Vorderarmes gross war, wie beim Aufheben eines gewichtigen Körpers von der

*) Um in diesen Fällen den Gebrauch der oberen Extremität zu erleichtern, habe ich einen kleinen Apparat mit elastischen Kräften construirt, der die künstliche Beugung des Vorderarmes besorgt und dabei seine willkürliche Streckung gestattet.

Erde unter Beugung des Vorderarmes gegen den Oberarm, so entfernte sich der Humeruskopf aus der Gelenkhöhle, und die Individuen empfanden im Oberarm-Schultergelenk ein Ziehen, das schmerzhaft wurde, wenn die Last zu schwer wog oder wenn die Bewegung zu lange fortgesetzt oder zu häufig war. Für den Arbeiter war dies eine Ursache der Schwäche, und er konnte sich dann nicht lange einer ermüdenden Arbeit hingeben, ohne zu leiden. Aus dieser Thatsache erhellt also die Nothwendigkeit, dass einer der Muskeln, die die Beugung besorgen, gleichzeitig den Humeruskopf gegen die Gelenkhöhle des Schulterblattes fixirt zu halten im Stande sei. Bei dem langen Bauche des Biceps brachii finden sich diese Bedingungen vollkommen erfüllt.

146. Der elektromuskuläre Versuch hat gezeigt, dass der Biceps brachii nicht isolirt in Contraction versetzt werden kann, ohne mit der Flexion des Vorderarmes gleichzeitig die Supination zu bewirken. Dieses Factum wird, wie man sehen wird, durch die klinische Beobachtung bestätigt. Ein Kranker, der mit progressiver Muskelatrophie behaftet war, hatte seine Beugemuskeln des Vorderarmes (den Brachialis internus und Supinator longus) mit Ausnahme des Biceps brachii verloren. Wenn er den Vorderarm beugte, so konnte er nicht verhindern, dass sich seine Hand in Supination stellte, weil seine Pronationsmuskeln in gleicher Weise atrophirt waren. Ich will hinzufügen, dass auch der Supinator brevis von der Krankheit zerstört war, so dass unter diesen Umständen nicht zweifelhaft sein konnte, dass die Supination der Thätigkeit des Biceps brachii entstammte.

147. Dieses selbe Individuum konnte die Supination auch noch bewirken, wenn es seinen Vorderarm gestreckt hielt; aber die Bewegung war dann viel schwächer, als wenn er seinen Vorderarm gebeugt hatte (dieselbe Untersuchung aus dem Gebiete der pathologischen Physiologie habe ich an Individuen, deren Nervus radialis gelähmt war, anstellen können). Man muss daraus schliessen, dass der Biceps brachii nur während der Beugung des Vorderarmes dazu bestimmt ist, seine Function der Supination auszuführen; man sollte ihm dem entsprechend den Namen F l e x o r s u p i n a t o r i u s geben.

148. Ich habe bewiesen (s. 140), dass die von der Ulna bei der Pronation und Supination beschriebene Bogenlinie auf passivem Wege entsteht; ich will nun eine klinische Beobachtung anführen, die mich veranlasst, für die Vollziehung dieser Bewegung der Ulna auch das Mitspielen einer Muskelwirkung anzunehmen.

Im Jahre 1863 beobachtete ich im Hospitale Lariboisière (Abth. von Chassaignac) einen Fall von alter Radiusfractur. Zwischen den beiden Bruchstücken hatte sich ein falsches Gelenk gebildet, welches gestattete, sie in entgegengesetzter Richtung und unabhängig von einander zu bewegen, so dass man das obere Bruchstück in Pronation oder Supination versetzte, ohne dem unteren Bruchstück eine Bewegung zu ertheilen. Der Kranke konnte indessen willkürlich seine Hand in Supination stellen, und man sah dann das untere Ende der Ulna einen Kreisbogen beschreiben, aber die Supination war schwach und unvollständig.

Alles in Allem konnte der Kranke die Bewegung der Pronation mit seinem Pronator quadratus gut ausführen; denn wenn ich selbst seine Hand in Supination stellte, so führte er sie vollständig und mit ziemlicher Kraft in Pronation zurück. Was die Supination betrifft, die freilich weniger ausgedehnt und bei weitem weniger kräftig war, so ist sie ohne das Eintreten einer Muskelwirkung, die sich auf die Ulna geltend macht, vollständig unerklärlich, da hier die Supinatoren (der Supinator brevis und Biceps brachii) nur das obere Fragment des Radius bewegen konnten.

149. Wenn es richtig ist, dass die vom Radius und der Ulna bei der Supination und Pronation beschriebenen Bogen solidarisch sind, so muss die Ankylose des Cubitalgelenkes eine grosse Erschwerung in diesen Bewegungen verursachen. Dies habe ich thatsächlich bei einem Manne beobachtet, dessen Ellenbogengelenk in Folge einer Fractur des unteren Humerusendes von Kindheit ab ankylotisch war; sein Vorderarm war in einer Zwischenstellung zwischen Beugung und Streckung zur Ankylose gekommen.

Ich konnte seine Hand in Pronation oder Supination bringen; aber der Umfang dieser Bewegungen hatte etwa um die Hälfte abgenommen, und um sie hervorzubringen, musste ich, besonders in der letzten Hälfte derselben, eine ziemlich grosse Kraft aufwenden. Dabei sah ich, wie das untere Ende des Radius um das entsprechende Ende der Ulna, die fixirt blieb, rotirte. Wenn der Kranke seine Hand in Pronation oder Supination bringen wollte, so führte er diese Bewegungen hauptsächlich dadurch aus, dass er den Oberarm um seine Axe rotiren liess, und die Drehung des Radius war ziemlich gering. Wollte er dieser Drehung des Radius einen grösseren Umfang geben, so musste er eine ziemlich grosse Kraft aufbieten. Man begreift, dass die Verrichtungen der Hand, die eine Pronation und Supination erforderlich machen, dadurch nothwendiger Weise gestört und in ihrer Geschicklichkeit beeinträchtigt wurden.

General-Uebersicht
der Hauptsätze, die sich aus den dargelegten Thatsachen ergeben.

A. Streckbewegungen des Vorderarmes.

I. Die seitlichen Portionen des Triceps brachii (Anconaeus internus und externus) bewirken jeder mit gleicher Kraft die Streckung des Vorderarmes, sie bilden den eigentlichen Streckmuskel des Vorderarmes.

II. Der Anconaeus longus (die mittlere Portion des Triceps brachii) streckt im Vergleich zu den andern Portionen den Vorderarm nur mit geringer Kraft; er ist hauptsächlich dazu bestimmt, während er bei der Streckbewegung des Vorderarmes mitwirkt, den Kopf des Humerus kräftig in der Gelenkhöhle des Schulterblattes zu fixiren.

Man erinnert sich ausserdem, dass er dieselbe Rolle, den Kopf des Humerus in der Gelenkhöhle zu fixiren, bei der Senkung des Armes gegen das Schulterblatt hat (s. 123).

III. Der Anconaeus quartus bewirkt die Streckung des Vorderarmes, er ertheilt ausserdem der Ulna eine kleine Seitwärtsbewegung von innen nach aussen.

IV. Trotz des Verlustes aller Muskelfascikel, welche die Streckung des Vorderarmes gegen den Oberarm bewirken, bleiben die hauptsächlichen Verrichtungen der oberen Extremität dennoch erhalten, weil die abwechselnden Bewegungen der Streckung und Beugung in Folge der Schwere des Vorderarmes bei gewissen Stellungen der Oberextremität noch möglich sind; aber die Bewegungen des Vorderarmes geschehen dann meist nicht mehr mit der früheren Präcision.

B. Bewegungen der Flexion, Pronation und Supination des Vorderarmes.

V. Man lehrte allgemein, dass die Beugung nur durch den Biceps brachii und den Brachialis internus ausgeführt wird; der elektromuskuläre Versuch zeigt dagegen, dass, wie schon Winslow behauptet hatte, auch der sogenannte Supinator longus die Beugung mit grosser Kraft bewirkt.

Wenn zur Zeit seiner Zusammenziehung die Hand in vollständiger Supination steht, so versetzt sie dieser Muskel gleichzeitig in eine halbe Pronationsstellung.

Man sieht also, dass die Bezeichnung Supinator longus ungenau ist, weil der Muskel eine entgegengesetzte Wirkung ausübt; ausser-

dem deutet sie seine hauptsächliche Function: die Beugung des Vorderarmes, nicht an.

VI. Die Beuger des Vorderarmes sind von grösserem Nutzen als die Strecker desselben; denn der Verlust der ersteren vernichtet die Gebrauchsfähigkeit der Oberextremität fast vollständig; was nicht der Fall ist, wenn die letzteren gelähmt sind.

VII. Der Biceps brachii versetzt die Hand in halbe Supination, während er gleichzeitig den Vorderarm beugt; eine Thatsache, die ebenfalls erst durch den elektromuskulären Versuch und die klinische Beobachtung bewiesen werden musste.

VIII. Alles in Allem giebt es drei Beugemuskeln des Vorderarmes, welche jeder in einer besonderen Weise wirken: der eine, der Biceps, ist zugleich Beuge- und Supinationsmuskel, der andere, der Supinator longus, ist Beuge- und Pronationsmuskel, und der dritte, der Brachialis internus, ist ausschliesslich Beugemuskel. Man müsste ihnen daher die entsprechenden Namen ertheilen.

IX. Für die Verrichtungen der oberen Extremität war die Selbstständigkeit dieser speciellen Bewegungen, deren jede einem Beuger des Vorderarmes eigen ist, eine Nothwendigkeit.

X. Die elektromuskuläre Versuchsweise hat nur zur Bestätigung dessen geführt, was man von der Wirkung des Supinator brevis, Pronator teres und Pronator quadratus bereits wusste.

XI. Die Pronation und Supination folgen nicht aus einer einfachen Drehbewegung des Radius um die Ulna, die fest stehen bleibt, wie es in den Lehrbüchern der modernen Anatomie geschrieben steht; denn meine Versuche haben erwiesen, dass sich beide Knochen bei der Pronation und Supination in ihrem unteren Viertel und besonders an ihren unteren Enden in sehr sichtbarer Weise bewegen, indem sie jeder einen Viertelkreis in entgegengesetzter Richtung beschreiben; dass ferner diese beiden Bewegungen unlösbar mit einander verknüpft sind.

Wenn die Hand im höchsten Grade der Supination steht, so beschreibt die Ulna in ihrer Articulation mit dem Oberarmknochen folgende Bewegungen: 1) bei der Pronation eine Streckung während des ersten Drittels des von ihr beschriebenen Viertelkreises, eine Seitwärtsbewegung von innen nach aussen während des zweiten Drittels und eine Beugebewegung während des letzten Drittels, 2) bei der Supination eine Streckung im ersten Drittel, eine Seitwärtsbewegung von aussen nach innen während des zweiten Drittels und eine Beugung während des letzten Drittels.

Erst aus der Combination dieser drei Bewegungen im Brachioulnargelenk resultirt der Viertelkreis, den die Ulna bei der Pronation oder Supination beschreibt.

XII. Die Bewegung im Kreisbogen, die die Ulna bei der Pronation und Supination ausführt, ist zugleich passiv und activ; dies ergiebt sich aus Experimenten, die an den Supinations- oder Pronationsmuskeln frisch gestorbener Individuen oder frisch amputirter oberer Extremitäten angestellt sind, und aus der klinischen Beobachtung.

XIII. Während der Pronation oder Supination beschreiben die Ulna und der Radius jeder einen Kreisbogen um eine imaginäre centrale Axe, die vom Mittelfinger gebildet wird, so dass sich die Hand von den Gegenständen, mit denen sie sich in Berührung findet, dabei nicht zu entfernen braucht.

XIV. Wenn der Radius hätte um die Ulna rotiren müssen, damit die Pronation und Supination stattfinden konnte, wie die Anatomen behaupten, so wäre der Gebrauch der Hand, z. B. beim Schrauben, beim Bohren eines Loches mit einem Bohrer u. s. w. dadurch auffallend beeinträchtigt worden.

XV. Immer wenn die Supination und Pronation ohne Anstrengung ausgeführt wird, treten die am Vorderarm gelegenen Pronations- oder Supinationsmuskeln allein in Thätigkeit. Sobald die Bewegungen aber Widerstand erfahren, kommen die Rotationsmuskeln des Oberarmes (der Infraspinatus und Subscapularis) den Supinatoren und Pronatoren zu Hülfe, wenn der Vorderarm in Streckung steht. Zugleich tritt die Mitwirkung der Anzieher und Abzieher des Oberarmes, mit anderen Worten die Erhebung des Oberarmes nach aussen oder Senkung desselben nach innen ein, wenn der Vorderarm gegen den Oberarm gebeugt ist.

Viertes Capitel.

Einzelthätigkeit und Verrichtungen der Muskeln, die die Hand, die Finger und den Daumen bewegen.

Allgemeine Betrachtungen.

Zu Beginn meiner elektrophysiologischen Untersuchungen, ehe ich mich mit dem experimentellen Studium der Bewegungen der Hand beschäftigte, war ich ganz von dem Werthe der Abhandlungen durch-

drungen, die über diese wichtige Frage existirten, besonders von den Schriften, womit zwei geniale Männer, Galen*) und Ch. Bell**), in einem Zwischenraume von beinahe 2000 Jahren die Wissenschaft beschenkt haben. Nachdem ich aber einige elektromuskuläre Versuche angestellt hatte, kam ich bald zur Erkenntniss, dass die beiden grossen Physiologen über die Eigenthätigkeit der die Hand bewegenden Muskeln irre geführt worden, oder dass ihre Kenntnisse in dieser Beziehung zu unvollständig waren, weil ihnen ein gleich exactes Beobachtungsmittel abging. In Folge davon fehlt allem dem, was sie über die Bewegungen der Hand gesagt haben, nothwendiger Weise die richtige Unterlage. So habe ich mich denn auch in einer Denkschrift, die ich im Februar 1861 der Academie der Wissenschaften vorgelegt habe, in folgender Weise geäussert***):

„Die wichtigsten Verrichtungen der die Finger und den Daumen der menschlichen Hand bewegenden Muskeln sind bis auf den heutigen Tag unbekannt geblieben.

Der Mechanismus der Fingerbewegungen ist mit den Daten, die in der Physiologie der Hand gelehrt werden, unerklärbar.

Trotz der wunderbaren Abhandlung Galen's, trotz der schönen Schrift von Ch. Bell, wäre die Hand, so wie man sie bis auf unsere Tage physiologisch verstanden hat, nur eine missgestaltene Klaue, die mehr störend als nützlich wäre.

Schliesslich kann die Differentialdiagnose der Muskelaffectionen der Hand nicht gemacht, der Mechanismus der meisten Verunstaltungen oder Entstellungen, die daraus folgen, nicht abgeleitet werden ohne Kenntniss der Thatsachen, die in der vorliegenden Arbeit berichtet werden."

Die zahlreichen Beobachtungen, die ich seit der Veröffentlichung jener Denkschrift gesammelt habe, haben die Exactheit der Folgerungen, die sich damals aus meinen elektromuskulären Versuchen und der klinischen Beobachtung ergaben, so gut bestätigt, dass ich diese selben Folgerungen heute aufs Neue formuliren kann, ohne dass ich irgend etwas davon einzuschränken hätte. Ich stelle sie an den Anfang des vorliegenden Capitels, um die Aufmerksam-

*) Galen, De usu partium, in der franz. Uebersetzung von Daremberg, Paris 1857. I. De la main.

**) Ch. Bell, The Hand, its mecanism and vital endowments. 6e edition. London 1860.

***) Duchenne, Comptes rendus de l'Académie des sciences, février 1861.

keit des Lesers darauf zu lenken und ihn die Wichtigkeit des Gegenstandes, den ich zu behandeln habe, besser erfassen zu lassen. Einige Beispiele werden das Verständniss erleichtern.

Nach den allgemein acceptirten Vorstellungen waren die Extensores digitorum und der Flexor sublimis und profundus die einzigen bekannten Muskeln, welche die Phalangen der Finger streckten oder beugten. Und dessen ungeachtet sah ich bald die beiden letzten Phalangen sich strecken, trotz der Lähmung der Extensores digitorum, bald die ersten Phalangen sich beugen, trotzdem der Flexor sublimis und profundus ihre Wirkung auf die beiden letzten und folglich auch die beiden ersten Phalangen eingebüsst hatten. Andere Male war, obwohl die Extensores digitorum und der Flexor sublimis und profundus vollkommen unversehrt waren, die Streckung der beiden letzten Phalangen unmöglich oder sehr beschränkt, und die ersten Phalangen versagten bei der willkürlichen Beugung ihren Dienst.

Zu diesen functionellen Störungen kamen schwere Verunstaltungen der Hand und selbst Verbildungen der Gelenke, verschuldet durch die fehlerhafte Stellung der Phalangen, welche durch Zugkräfte, die der Thätigkeit der Extensores digitorum und des Flexor sublimis und profundus sicher fremd waren, nach abnormen Richtungen gezogen wurden. Bei diesen verschiedenen Fällen bestanden ursprünglich weder Muskelcontracturen noch Gelenkläsionen, welche als Ursache jener Erscheinungen gelten konnten.

Was den Daumen betraf, so widersprach die Pathologie den Anschauungen, die in der Wissenschaft verbreitet waren, in gleicher Weise.

Durch die Beobachtung dieser klinischen Thatsachen wurde ich zu den elektrischen Untersuchungen inspirirt, die den Gegenstand dieses Capitels ausmachen.

Ging nicht thatsächlich aus diesen klinischen Daten die Folgerung hervor, dass die sogenannten Extensores digitorum und der Flexor sublimis und profundus nicht alle drei Phalangen mit gleicher Kraft bewegten, dass sich sogar gewisse Phalangen der Thätigkeit jener Muskeln unter physiologischen Verhältnissen ganz entziehen? Und waren es nicht augenscheinlich ganz andere Muskeln als die Extensores digitorum oder der Flexor sublimis und profundus, die bei den Bewegungen der Phalangen am meisten betheiligt waren, indem sie die einen streckten und die anderen beugten? Herrschte nicht endlich dieselbe Unklarheit über die Functionen der Muskeln des Daumens?

Es war Sache der localen Faradisation, glaubte ich, die Lösung dieser Aufgaben zu versuchen.

Sie allein kann, wie ich wiederhole, ihre Wirkung auf jeden Muskel, auf jedes Muskelbündel einzeln beschränken; während der Wille dieses Vermögen zu localisiren nur selten besitzt, und ich sogar nicht sicher bin, ob er es überhaupt üben kann trotz aller aufgewandten Uebung und Erziehung der Bewegungen.

In der That scheint mir die willkürliche Zusammenziehung eines jeden Muskels — mit einziger Ausnahme der Ausdrucksbewegungen des Gesichtes, wie ich an einem anderen Orte*) gezeigt habe — immer von der unwillkürlichen oder besser instinctmässigen Contraction eines anderen Muskels begleitet zu werden. Wenigstens scheint mir diese Thatsache bis jetzt aus meinen elektrophysiologischen Versuchen hervorzugehen. Ich werde bald zu zeigen Gelegenheit haben, dass gewisse Bewegungen der Phalangen der Finger und des ersten Mittelhandknochens, Bewegungen, die wir durch die isolirte Zusammenziehung eines Muskels zu erhalten glauben, willkürlich nicht geschehen können, ohne die synergische Contraction eines oder mehrerer Muskeln, die Winslow**) sehr richtig Moderatoren genannt hat. Diese Muskelcombinationen haben Statt, ohne dass wir davon ein Bewusstsein haben, und sie entgehen der Beobachtung, wenn man nicht die grösste Aufmerksamkeit darauf richtet.

Die Resultate meiner elektrophysiologischen Forschungen haben meine Erwartung übertroffen. Sie lehrten mich Folgendes: 1) dass der Extensor communis und die Extensores proprii digitorum und der Flexor sublimis und profundus nicht alle die Functionen besorgen, die man ihnen zuertheilt hat, 2) dass die Bewegungen gewisser Phalangen ausser dem Wirkungsbereich der genannten Muskeln stehen und durch andere Muskeln besorgt werden, 3) dass diese ingeniöse Vertheilung der Functionen unter alle Muskeln, die die Finger bewegen, den Streckbewegungen der ersten und Beugebewegungen der beiden letzten Phalangen und vice versa eine gegenseitige Unabhängigkeit verleiht, wie sie für den Mechanismus der meisten Fingerbewegungen nothwendig ist, ohne welche die Hand ihre Geschicklichkeit und Leichtigkeit verlieren würde, 4) endlich

*) Duchenne, Mécanisme de la physionomie humaine, ou analyse électrophysiologique de l'expression des passions; applicable à la pratique des arts plastiques. 1862.

**) Winslow, Exposition anatomique de la structure du corps humain. Paris 1732.

dass die Functionen der folgenden Muskeln: des Extensor longus, Extensor brevis und Abductor longus pollicis ungenau bestimmt worden sind, 5) dass die meisten den Thenar des Daumens zusammensetzenden Muskeln eine bis auf diesen Tag verkannte Wirkung besitzen, ohne welche der Daumen seine Hauptverrichtungen einbüssen würde.

Die aus diesen elektrophysiologischen Studien resultirenden Thatsachen habe ich der Controle der klinischen Beobachtung unterworfen. Zu diesem Zwecke habe ich mich einer Reihe von elektropathologischen Untersuchungen unterzogen, die die Richtigkeit dieser neuen elektrophysiologischen Thatsachen beweisen und zugleich besseren Aufschluss darüber geben, wie gross der Nutzen jedes einzelnen Muskels bei den verschiedenen Verrichtungen der Finger und des Daumens ist.

Diese elektro-pathologischen Untersuchungen gaben mir die Möglichkeit, auf exacte Weise den thatsächlichen Einfluss zu bestimmen, welchen der Extensor communis und proprius digitorum, der Flexor sublimis und profundus, die Interossei und Lumbricales durch ihre tonische Kraft auf die Stellung der Fingerglieder, des ersten Mittelhandknochens und der Phalangen des Daumens ausüben. Sie gewährten mir ferner die Einsicht in den Mechanismus gewisser Entstellungen der Hand in Folge von Atrophie oder Verlust der tonischen Wirkung ihrer einzelnen Muskeln, welcher sich bis auf diesen Tag jeder Erklärungsweise entzogen hatte.

Das vorliegende Capitel ist in vier Artikel getheilt: der erste wird die Muskeln behandeln, welche die Hand gegen den Vorderarm bewegen, der zweite die Muskeln, die die Finger bewegen, der dritte die Muskeln, die den Daumen bewegen, der vierte enthält anatomische und historische Betrachtungen über die Muskeln der Hand.

Erster Artikel.

Muskeln, die die Hand gegen den Vorderarm strecken und sie seitlich bewegen: Extensor carpi radialis longus oder Radialis externus longus, Extensor carpi radialis brevis oder Radialis externus brevis, Extensor carpi ulnaris oder Ulnaris externus.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

I. Wenn man, während die Hand in Pronation und gegen den Vorderarm gebeugt steht, den elektrischen Strom hinter einander auf jeden ihrer Streckmuskeln localisirt, so führt sie folgende Reihe von Bewegungen aus.

Wird der Extensor carpi radialis longus faradisirt, so bewegt sich die Hand schief nach oben und aussen, und die Rückenfläche der Hand sieht nach aussen.

Wird der Ulnaris externus in Thätigkeit versetzt, so richtet sie sich schief nach oben und innen, und die Rückenfläche der Hand sieht nach oben.

Wenn der Extensor carpi radialis brevis gereizt wird, so findet die Erhebung der Hand gegen den Vorderarm in gerader Richtung statt, und die Rückenfläche der Hand sieht dann nur wenig nach aussen.

Wenn man, während die Hand in dieser Weise durch die elektrische Contraction des Extensor carpi radialis brevis in Streckstellung gegen den Vorderarm gehalten wird, den Strom eines zweiten Inductionsapparates entweder auf den Extensor carpi radialis longus oder den Ulnaris externus richtet, so gehorcht die Hand der seitlichen Wirkung, die jedem dieser Muskeln eigen ist, und empfindet kein Hinderniss, sich nach aussen oder nach innen zu begeben.

Wird der Ulnaris externus und der Extensor carpi radialis longus mit zwei gleich starken Inductionsströmen zu gleicher Zeit in Contraction versetzt, so geschieht die Erhebung der Hand gegen den Vorderarm in gerader Richtung und die Rückenfläche der Hand sieht nach oben.

Bei allen diesen Versuchen springen die Sehnen der elektrisirten Muskeln in der Gegend des unteren Endes des Radius oder der Ulna an ihrer Rückseite reliefartig unter der Haut hervor.

Man hat aus theoretischen Gründen behauptet, dass die Bewegungen der Hand gegen den Vorderarm in der Articulatio carpometacarpea und in der Articulatio radio-carpea zugleich stattfinden müssen; in den vorstehenden elektrophysiologischen Versuchen ist es unmöglich, das Vorhandensein solcher Bewegungen zu constatiren.

B. Bemerkungen.

150. Durch die elektromuskuläre Versuchsweise ist soeben bewiesen worden, dass von den drei Streckmuskeln der Hand gegen den Vorderarm jeder in besonderer Weise wirkt: der Extensor carpi radialis brevis streckt in gerader Richtung die Hand, ohne sich den Seitwärtsbewegungen seiner Genossen in der Extensionswirkung entgegenzustellen, und macht seine Wirkung auf den dritten Mittelhandknochen geltend; der Extensor carpi radialis longus bewirkt die Streckung mit Abduction und der Ulnaris externus die Streckung mit Adduction.

151. Man lehrte bisher, dass die beiden Extensores carpi radiales die gleiche Abductionswirkung besässen, und dass die Streckung der Hand in gerader Richtung aus der combinirten Contraction dieser Muskeln mit dem Ulnaris externus resultirte.

Wenn es sich so verhalten hätte, so hätte die Streckung der Hand in gerader Richtung immer einen grösseren Aufwand von Kräften erfordert, da sie dann drei Muskeln in Thätigkeit versetzt hätte, von denen zwei in Hinsicht ihrer Seitwärtsbewegungen Antagonisten gewesen wären; die Anstrengung, die die Bewegung auf diese Weise gekostet hätte, hätte der manuellen Geschicklichkeit geschadet.

Aber wegen der Eigenwirkung, deren sich glücklicher Weise der Radialis externus brevis als gerader Strecker der Hand erfreut, ist eine solche complicirte Muskelcombination für die gewöhnliche Streckung der Hand in gerader Richtung nicht erforderlich, sie findet nur dann statt, wenn man die Hand unter Anstrengung strecken muss. Man kann dies während der willkürlichen Streckung der Hand constatiren, noch besser aber lässt es sich durch die klinische Beobachtung beweisen.

152. Das Vorhandensein eines Streckmuskels der Hand in gerader Richtung erleichtert die verschiedenen Zwischenstellungen der Seitwärtsbewegung, die sich während der Streckung der Hand oder während ihrer Circumductionsbewegungen ohne Anstrengung vollziehen.

Sehen wir nämlich, was im letzteren Falle vorgeht. Nehmen wir an, die Hand stände im höchsten Grade ihrer Streckung und zugleich Abduction. Wenn die Bewegung ohne Anstrengung geschieht, so wird dabei der Extensor carpi radialis longus allein in Contraction sein. Wenn die Hand dann in die gerade Streckstellung übergeführt wird, so combinirt der Extensor carpi radialis brevis seine Thätigkeit mit der des vorhergehenden und bleibt allein contrahirt, sobald die Hand bei der Streckung in gerader Richtung angelangt ist; aber sobald ihre Adduction beginnt, so beginnt der Ulnaris externus sich mit ihm zu associiren und die Hand immer mehr gegen die Ulna hin zu ziehen, und er bleibt schliesslich allein contrahirt, wenn die Hand sich in äusserster Adductionsstellung und zugleich Streckung befindet.

Wenn es ausschliesslich Extensoren der Hand, die zugleich als Abductoren oder Adductoren wirken, gäbe, wie man lehrt, so würde die Circumductionsbewegung derselben wegen des Muskelantagonismus, der sich dann dabei geltend machen müsste, nicht mit der gleichen

Leichtigkeit geschehen. Dies wird übrigens bald durch die klinische Beobachtung augenscheinlich demonstrirt werden.

153. Ich brauche nicht zu sagen, dass bei allen mit Anstrengung geschehenden Streckbewegungen die drei Strecker der Hand zusammen in Thätigkeit treten.

§ II. Pathologische Physiologie.

154. Bei partieller Lähmung und besonders Atrophie der Streckmuskeln der Hand habe ich oft Gelegenheit gehabt, die Einzelthätigkeit dieser Muskeln, die sich dann unter dem Einfluss des Willens vollzieht, zu beobachten und ebenso durch die klinische Beobachtung die Thatsachen zu bestätigen, welche aus der electrophysiologischen Versuchsweise hervorgehen.

Die Individuen nämlich, die der Mitwirkung des Extensor carpi radialis brevis und des Ulnaris externus beraubt sind, können die Hand gegen den Vorderam nicht strecken, ohne sie in den höchsten Grad der Abduction zu bringen. Andererseits wird, wenn sie nur die Wirkung des Ulnaris externus bewahrt haben, die Adduction unzertrennlich von der Streckung; ist endlich die willkürliche Contractilität des Extensor carpi radialis brevis allein erhalten, so kann die Hand in gerader Richtung gegen den Vorderarm gestreckt werden, besitzt aber in dieser Haltung nicht mehr ihre Seitenbewegungen.

155. Wenn nur einer der beiden, entweder der abducirende oder der adducirende Streckmuskel gelähmt oder atrophisch ist, so kann das Individuum je nach Willen die Hand in gerader Richtung oder seitwärts in der Richtung des abducirenden oder adducirenden Streckers, der intact ist, ausstrecken. Es ist augenscheinlich, dass er die Streckung der Hand gegen den Vorderarm in gerader Richtung nicht leisten könnte, wenn er nicht die Möglichkeit hätte, den Extensor carpi radialis brevis isolirt zu contrahiren, denn die geringste synergische Contraction des anderen Muskels würde der Hand eine mehr oder weniger seitliche Richtung ertheilen.

Diese Thatsache der pathologischen Physiologie dient zum Beweise, dass bei der willkürlichen Streckung der Hand gegen den Vorderarm jeder von den drei Streckmuskeln sich isolirt contrahiren kann, um die Bewegung zu besorgen, die ihm besonders zuertheilt ist.

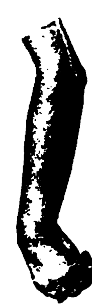
156. Auch der Umstand, dass bei der Circumduction der Hand der Uebergang der Streckung in Abductionsstellung zur Streckung in Adductionsstellung nur schwierig und unvermittelt geschieht, wenn der Extensor carpi radialis brevis atrophirt ist, beweist den grossen Nutzen dieses Muskels für die Circumductionsbewegung der Hand.

157. Die klinische Beobachtung lehrt auch vergleichsweise den Grad des Nutzens kennen, den jeder von den Streckmuskeln der Hand, sowohl hinsichtlich ihrer bleibenden Stellung, als hinsichtlich ihrer Bewegungen bietet.

So wird in Folge von Lähmung oder Atrophie des Extensor carpi radialis longus die Hand durch die überwiegende tonische Kraft der Adductionsmuskeln gegen die Ulna hingezogen. Wenn ausserdem noch der Extensor carpi radialis brevis verletzt ist, so ist diese pathologische Bewegung der Hand noch ausgesprochener.

Mit der Länge von Zeit werden durch diese pathologische Stellung die Gelenkflächen im Sinne der Ablenkung der Hand verändert; gewisse Ligamente verkürzen sich, die Adductionsmuskeln retrahiren sich und stellen sich der Geraderichtung der Hand entgegen, wie in Fig. 22. Daraus resultirt eine beträchtliche Hinderung im Gebrauch der Hand, welche immer gegen die Ulna geneigt bleibt und daher am vorderen Theil des Kopfes und des Rumpfes nur schwer irgend welche Dienste leisten kann.

Fig. 22.



Eine analoge Entstellung in entgegengesetzter Richtung wird nach Lähmung oder Atrophie des Ulnaris externus beobachtet; aber die Functionsstörungen, welche dann durch die continuirliche Adductionsstellung der Hand verursacht werden, sind kaum merklich.

Aus dem Vorangehenden geht auch hervor, dass der Extensor carpi radialis longus von grösserem Nutzen ist als der Ulnaris externus.

158. Die Muskelpathologie lehrt die synergischen Functionen kennen, mit denen die Streckmuskeln der Hand betraut sind.

Sobald die Streckung der Hand verloren gegangen ist, wird auch die Beugung der Finger in Folge der Verkürzung, in die sich dann der Flexor sublimis und profundus versetzt finden, aufs äusserste abgeschwächt. — Mit Unrecht haben die Beobachter, die den Mechanismus dieser Functionsstörung nicht kannten, die scheinbare Schwäche der Finger in diesem Falle einer lähmenden Ursache zugeschrieben. Diese pathologische Erscheinung beweist vielmehr, dass die synergische Wirkung der Streckmuskeln der Hand für die Flexion der Finger absolut nothwendig, und dass dabei die Kraft

---

Fig. 22. Adductionstellung der Hand bei einem Kinde, dessen Extensor carpi radialis longus seit mehreren Jahren atrophirt war. Diese Entstellung ist eine schwere Schädigung für die Verrichtungen der Hand, besonders wenn sie am vorderen Theil des Kopfes oder des Rumpfes Dienste leisten soll.

ihrer Zusammenziehung der Kraft, mit der die Beugung geschieht, proportional ist.

In der That ist dies leicht zu constatiren. Man vergleiche mit Hülfe des Dynamometers die Kraft der Beugung bei einer Hand, die gegen den Vorderarm gebeugt gehalten wird, und einer Hand, der man die Freiheit lässt, sich während der Beugung der Finger zu strecken; man wird dann constatiren, dass die Beugung im ersteren Falle drei Viertel ihrer Kraft eingebüsst hat.

Diese Streckbewegung des Handgelenks während der Beugung der Finger ist so instinctiv und geschieht so zwangsweise, dass es Anstrengung kostet, sie zu verhindern. Wenn man z. B. die Hand, die vorher gebeugt und geöffnet war, plötzlich schliessen will, so richtet sie sich auf, und ihre Streckmuskeln contrahiren sich um so stärker, je kräftiger die Faust geschlossen wird.

Die folgende klinische Thatsache zeigt, wie innig die instinctive Contraction der Streckmuskeln der Hand mit der Beugung der Finger verbunden ist. So oft ich bei progressiver Muskelatrophie den Flexor sublimis und profundus atrophirt gesehen habe, habe ich jedesmal constatirt, dass bei den Anstrengungen, die die Kranken machten, um die Beugung der Finger auszuführen, die Hand wider ihren Willen in übertriebene Streckstellung gegen den Vorderarm gerieth.

Ich will zu erklären versuchen, wie diese pathologischen Bewegungen zu Stande kommen. Die Function, die darin besteht, die Hand zu schliessen, wird durch die synergische und untrennbare Contraction der Beugemuskeln der Finger und der Streckmuskeln der Hand ausgeführt. Wenn die Beugemuskeln der Finger atrophirt sind, so ist die Anstrengung, die Hand zu schliessen beträchtlich, und es gelangt dann ein ebenso starker Nervenstrom zu den Streckmuskeln der Hand, wie zu den Beugemuskeln der Finger. Daher jene übertriebene Streckung der Hand bei den Bemühungen die Hand zu schliessen, wenn die Beuger der Finger atrophirt sind. Eine analoge Erscheinung werden wir bald in Folge der Lähmung der Fingerstrecker, des Extensor communis und der Extensores proprii digitorum, sich manifestiren sehen.

[illegible]59. Es sei hier noch eine andere klinische Thatsache mit-[illegible]ilt, welche uns zeigt, dass die synergische Mitwirkung des [illegible]is externus für die willkürliche Abductionsbewegung des ersten [illegible]elhandknochens nothwendig ist.

Kommt die Thätigkeit des Ulnaris externus in Wegfall, so kann die Abduction des ersten Mittelhandknochens durch den Willen nicht mehr geschehen, ohne dass die Hand nach aussen gegen den Radius gezogen wird; daraus folgt die Nothwendigkeit der synergischen Wirkung des Ulnaris externus während der Abduction des Daumens.

Wenn man nämlich den Daumen noch so schwach nach aussen zu bewegen sucht und dabei den Finger an die Sehne des Ulnaris externus unterhalb des Processus styloïdeus der Ulna anlegt, so fühlt man, wie dieser Muskel sich contrahirt. Die Sehne steift sich dann im geraden Verhältniss zum Umfange der Daumenbewegung und der Kraft, die angewandt wurde, die Abduction zu erhalten.

Zweiter Artikel.

Muskeln, die die Hand gegen den Vorderarm beugen.

Die Muskeln, die die Hand gegen den Vorderarm beugen sind: der Radialis internus oder Flexor carpi radialis, der Palmaris longus und der Ulnaris internus oder Flexor carpi ulnaris.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

Bei den folgenden Versuchen ist die Hand zu Anfang in Supination gestellt.

1) Wird der Radialis internus faradisirt, so beugt er zuerst die Hand gegen den Vorderarm. Bei einem stärkeren Contractionsgrade bringt er die Hand in Pronation. Wenn man die Pronation verhindert und die Hand in Supination festhält, so bemerkt man, dass der äussere Rand der Hand sich mehr beugt als ihr innerer, und dass die Palmarfläche ein wenig nach innen sieht.

2) Die Faradisation des Palmaris longus beugt die Hand, ohne sie in Pronation zu bringen und ohne ihren äusseren Rand stärker anzuziehen als den inneren.

3) Wird der Ulnaris internus faradisirt, so beugt er die Hand und übt beim Contractionsmaximum einen solchen Zug auf ihren Innenrand, dass es scheint, als ob sich ihre Palmarfläche nach aussen kehren wollte. Man kann dann constatiren, dass der letzte Mittelhandknochen weiter vorn steht als die Ebene der anderen Mittelhandknochen.

B. Bemerkungen.

160. Aus den vorstehenden Versuchen ergiebt sich also, dass jeder der Beugemuskeln der Hand in einer besonderen und ganz anderen Weise wirkt, als man ihnen bis jetzt zugeschrieben hatte.

161. Sehen wir zunächst, was sich auf die Seitwärtsbewegungen bezieht, die man ihnen zugeschrieben hatte.

Man hat den Ulnaris internus den adductorischen Beuger der Hand genannt. Ich habe nichts gefunden, was diese Benennung rechtfertigen würde; denn wie ich auf den Muskel auch zu wirken versuchte, ich konnte durch seine isolirte Contraction nur die Beugung des letzten Mittelhandknochens nach vorn hervorrufen, wobei dieser den zweiten Mittelhandknochen, wenn auch weniger stark, mit sich zog.

Man hatte auch geglaubt, dass der Radialis internus unter gewissen Umständen eine Abductionswirkung üben könnte. — Ich würde im Gegentheil eher daran gedacht haben, ihm nach seiner Richtung eine Fähigkeit der Adduction zuzuertheilen; man hat aber so eben gesehen, dass er die Hand gegen den Vorderarm beugt, ohne ihr irgend eine Seitwärtsbewegung zu ertheilen.

162. Ich will übrigens darauf aufmerksam machen, dass die Seitwärtsbewegungen der Hand um so schwieriger werden, je mehr sie sich in Beugung befindet. Wenn man nämlich an einem lebenden Individuum die Hand mechanisch beugt, während man ihre Pronation oder Supination verhindert, und sie dann seitwärts bewegt, so constatirt man, dass diese Bewegungen im Maximum der Beugung unmöglich sind, und dass sie mehr und mehr zunehmen, wenn man die Hand erhebt, bis sie in einer Richtung steht, die der des Vorderarmes parallel geht. In dieser Stellung haben die Seitwärtsbewegungen der Hand ihren grössten Umfang; sobald man sie dann wieder mehr und mehr beugt, so sieht man, dass sie in geradem Verhältniss zum Grade der Beugung an Umfang abnehmen. — Durch die Streckung der Hand gegen den Vorderarm wird der Umfang dieser Seitenbewegungen nicht modificirt.

Diese Thatsachen erklären sich aus der physikalischen Beschaffenheit der Gelenkoberflächen.

Wenn also die Beugung der Hand die Seitwärtsbewegungen beeinträchtigt oder bei einem gewissen Grade gar nicht gestattet, so hätte eine seitliche Wirkung, die von den Beugern der Hand entfaltet worden wäre, eine falsche Bewegung zur Folge gehabt.

163. Der Palmaris longus ist nicht, wie man bisher gelehrt hat, ein Pronationsmuskel wie der Radialis internus, er ist ausschliesslich Beuger der Hand.

Diese letztere Bewegung führt er in gerader Richtung aus, wegen der Anheftung seiner unteren Sehne an die mittlere Partie des Ligamentum carpi transversum, während der Radialis internus mehr den äusseren Rand und der Ulnaris internus mehr den inneren Rand der Hand beugt, in Folge der Anheftung des ersteren am oberen vorderen Ende des zweiten Mittelhandknochens, des zweiten am Erbsenbein.

Die klinische Beobachtung wird den Nutzen dieser besonderen Wirkungen der Beuger der Hand bald vor Augen führen.

164. Es ist mir unmöglich gewesen, die Bewegungen, die nach den Autoren während der Contraction der Beugemuskeln der Hand zwischen der ersten und zweiten Reihe der Handwurzelknochen stattfinden sollten, in einer überhaupt merklichen Weise zu constatiren.

Dagegen ist die Inflexion des fünften Mittelhandknochens gegen das Kahnbein durch Contraction des Ulnaris internus äusserst deutlich, man sollte den Muskel deshalb auch als Beuger der Hand und des fünften Mittelhandknochens bezeichnen.

§ II. Pathologische Physiologie.

165. Im allgemeinen wird die Beugung der Hand durch die combinirte Thätigkeit der drei Beugemuskeln der Hand bewirkt. Es giebt indessen gewisse Verrichtungen der Hand, die das speciellere Eintreten des Ulnaris internus oder des Radialis internus erfordern. Durch die klinische Beobachtung wird es möglich, den mehr oder weniger grossen Nutzen dieser Bewegungen abzuschätzen. Ich werde nur ein Beispiel davon citiren.

Ein Künstler consultirte mich, bei dem die progressive Muskelatrophie eine grosse Zahl seiner Rumpfmuskeln zerstört hatte. Ganz besonders beklagte er sich über eine beträchtliche Erschwerung, die er bei gewissen Verrichtungen der linken Hand empfand, vor allem beim Violinspielen. Sein kleiner Finger konnte nicht mehr wie früher die höchst liegenden Partien der Saiten seines Instrumentes erreichen, obgleich er für alles andere seine manuelle Geschicklichkeit noch besass. Folgendes war die Erklärung: Sein linker Ulnaris internus war atrophirt, und die Beugung der Hand wurde nur noch vom Radialis internus und Palmaris longus ausgeführt und erfolgte

in gerader Richtung. Daraus folgte, dass er die Hand und den letzten Metacarpusknochen, wenn er Violine spielte und die höchsten Noten angeben wollte, nicht mehr gegen ihren inneren Rand beugen konnte; seine Finger und besonders der letzte reichten nicht mehr bis zu so hoch gelegenen Punkten seiner Saiten, dass sie die betreffenden Noten angeben konnten. Durch den Verlust des Ulnaris internus wird noch eine grosse Reihe anderer Functionsstörungen bedingt, welche den Nutzen der besonderen Form, in der die Beugung der Hand durch diesen Muskel geschieht, beweisen; aber es würde zu weit führen, sie hier zu berichten.

166. Die Lähmung oder Atrophie des Ulnaris externus reicht, wie bekannt, hin, um die Hand durch die überwiegende tonische Zugwirkung seines Antagonisten in Abductionsstellung zu bringen. Dagegen ist der Ausfall der Wirkung des Ulnaris internus nicht von Abductionsstellung der Hand gefolgt, was beweist, dass dieser Muskel nicht dieselbe Adductionswirkung besitzt, wie der Ulnaris externus.

167. Die Beugemuskeln der Hand sind wie alle Muskeln, die vom Condylus internus humeri entspringen, Hülfsmuskeln der Beugung des Vorderarmes gegen den Oberarm. Den Beweis dafür gab mir die Beobachtung von Individuen, bei denen der Biceps brachii, der Brachialis internus und der Supinator longus, also alle kräftigen Beuger des Vorderarmes atrophisch waren, und die dennoch, wenn auch schwach, die Beugung ausführen konnten. Nachdem sie ihre Hand in Pronation gestellt hatten, brachten sie sie in Streckstellung, um die Beuger in möglichste Spannung zu versetzen, und dann konnten sie mit Hülfe der Muskeln, die vom Condylus internus entspringen, deren energische Contraction man fühlen könnte, den Vorderarm beugen. Obwohl diese Bewegung nur kraftlos geschah, war sie ihnen dennoch von grossem Nutzen.

168. Die Beugemuskeln der Hand gegen den Vorderarm haben bei der willkürlichen Contraction des Extensor communis und der Extensores proprii digitorum eine synergische Function zu erfüllen, analog derjenigen, die bei der willkürlichen Contraction des Flexor sublimis und profundus von den Streckmuskeln der Hand gegen den Vorderarm ausgeübt wird. Ich begnüge mich, den Beweis dafür durch die klinische Beobachtung zu geben.

Bei der Bleilähmung habe ich äusserst häufig die partielle Lähmung des Extensor communis und der Extensores proprii digitorum beobachtet, bei gleichzeitiger Integrität eines oder zweier oder

selbst aller drei Streckmuskeln der Hand gegen den Vorderarm. In solchen Fällen kann jedermann Folgendes beobachten:

Wenn das Individuum mit dieser localen Lähmung seine Fingerphalangen gebeugt hält, kann es die Hand kraftvoll gegen den Vorderarm strecken. Will es aber die Finger ausstrecken, so bleiben seine ersten Phalangen unbeweglich stehen, und die Hand beugt sich gegen den Vorderarm mit um so grösserer Energie, je grössere Anstrengungen der Kranke macht, um die Streckung der Finger herbeizuführen.

169. Es scheint mir nützlich, den Mechanismus dieser instinctiven synergischen Wirkung der Beugemuskeln der Hand während der Streckung der Finger aufs Neue zu erklären. Ebenso nämlich, wie die Streckung der Hand für die Beugung der beiden letzten Fingerphalangen nothwendig ist, ebenso ist die synergische Contraction der Beugemuskeln der Hand gegen den Vorderarm untrennbar mit der Muskelfunction verknüpft, die die willkürliche Streckung der ersten Fingerphalangen hervorbringen soll. Der nützliche Zweck dieser instinctiven Mitwirkung der Beuger der Hand gegen den Vorderarm bei der willkürlichen Streckung der Finger ist der, den Extensor communis und die Extensores proprii der Finger in eine grössere Elongation zu versetzen, um ihre dynamische Kraft zu verstärken.

170. Es giebt auch eine Thatsache der pathologischen Physiologie, die noch ferner die Nützlichkeit dieser instinctiven synergischen Function der Beugemuskeln der Hand bei gewissen Bewegungen der Finger erweis't, sie besteht in der unwillkürlichen übermässigen Streckung der Hand gegen den Vorderarm, die bei Individuen, deren Beuger der Hand atrophirt sind, jedesmal eintritt, wenn sie die Finger gegen die Mittelhandknochen strecken. Man kann in diesen Fällen constatiren, dass trotzdem die für die Streckung der Hand bestimmten Muskeln in Erschlaffung sind.

Dies erklärt sich wie folgt:

Da der Extensor communis und die Extensores proprii digitorum bis zu einem gewissen Punkte als Strecker der Hand gegen den Arm dienen (der elektrophysiologische Versuch wird dies noch bestätigen), so macht ihre Contraction eine beschränkende synergische Thätigkeit von Seiten der Beugemuskeln der Hand erforderlich. In dem pathologischen Falle, den ich eben angeführt habe, ist aber der Radialis internus und Palmaris longus atrophirt, und deshalb gehen die Extensores digitorum bei der willkürlichen Streckung der Finger der moderatorischen Mitwirkung dieser Muskeln verlustig.

171. Die tonische Kraft der Beugemuskeln der Hand trägt zur normalen Stellung derselben viel weniger bei als die ihrer Streckmuskeln; wenigstens ergiebt sich dies aus der klinischen Beobachtung. Bei solchen Individuen nämlich, bei denen die Beuger der Hand atrophirt sind, habe ich in der Stellung der Hand während der Ruhe nichts Abnormes beobachtet. Jedenfalls genügt hier das Gewicht der gewöhnlich in Pronation befindlichen Hand, um der tonischen Kraft der Strecker der Hand das Gleichgewicht zu halten und so auch ihre consecutive Retraction zu verhindern.

Wie allgemein bekannt ist, ist dagegen das Herabfallen der Hand die unvermeidliche Folge der Lähmung ihrer Streckmuskeln.

Dritter Artikel.

Muskeln, die die Finger bewegen.

Von den die Finger (abgesehen vom Daumen) bewegenden Muskeln liegen fünf am Vorderarm: der Extensor communis digitorum manus, der Extensor proprius indicis und digiti minimi, der Flexor sublimis digitorum und der Flexor profundus digitorum. Die anderen Muskeln sitzen an der Hand, es sind die Interossei und die Muskeln des Kleinfingerballens.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Extensor digitorum communis, Extensor proprius indicis und digiti minimi.

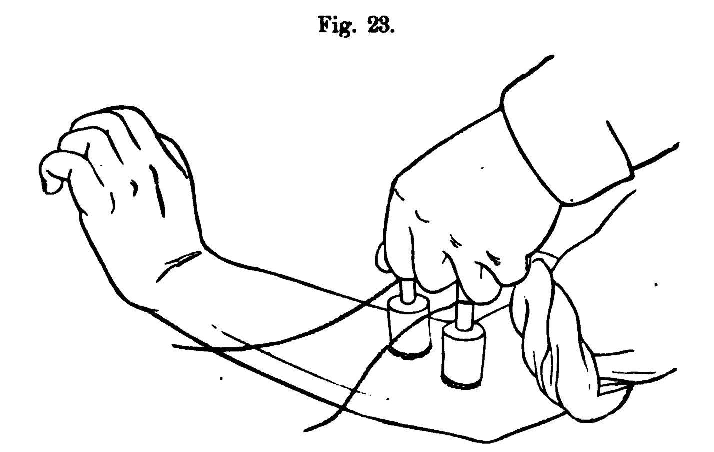
172. Steht die Hand in Beugung und die Finger in die Hohlhand eingeschlagen, und wird der elektrische Reiz auf die Extensores digitorum localisirt, so beobachtet man eine Aufeinanderfolge von Bewegungen, die in folgender Weise geschehen:

Die beiden letzten Phalangen strecken sich gegen die ersten, darauf diese gegen die Mittelhandknochen, welche ihrerseits mit dem Handgelenk in Streckung gegen den Vorderarm gebracht werden. Während dieser Bewegung werden die letzten Phalangen gegen die [illegible] gestreckt gehalten, bis die Mittelhand in eine parallele [illegible]ung zum Vorderarm gelangt ist. Sobald aber die Streck[illegible]gung weitergeht, und die Mittelhand zum Vorderarme einen [illegible]kel bildet, so beugen sich die zwei letzten Phalangen gegen [illegible] [illegible] zwar um so stärker, je weiter die Hand sich gegen

den Vorderarm aufrichtet. Man kann dann auch bei Anwendung des stärksten Inductionsstromes und kräftigster Contraction der Extensoren doch die Aufrichtung der zwei letzten Phalangen gegen die ersten nicht bewirken; dagegen strecken sich die ersten noch weiter gegen die Mittelhandknochen.

Um recht klar zu beweisen, wie schwach die Wirkung des Extensor communis digitorum und der Extensores proprii indicis und digiti minimi auf die letzten Phalangen ist, hält man die Mittelhand gegen den Vorderarm stark zurückgeschlagen, wie auf Fig. 23 (es

Fig. 23.



empfiehlt sich an einem Individuum zu experimentiren, dessen Extremität vollständig gelähmt ist, oder an einem Leichnam, dessen Erregbarkeit noch erhalten ist); man sieht dann, sobald man die Contraction der Extensores communis und proprii der Finger veranlasst, wie sich die ersten Phalangen gegen ihre Mittelhandknochen strecken, während die beiden letzten Phalangen gebeugt bleiben.

Aus diesen Experimenten ergiebt sich, dass die Wirkung des Extensor communis und der Extensores proprii der Finger auf die zwei letzten Phalangen nur ziemlich gering ist, und dass, wenn diese Muskeln die einzigen Fingerstrecker wären, die Finger jedes Mal, wenn die Hand gegen den Vorderarm zurückgebogen wird, die Form von Krallen annehmen würden.

Fig. 23. Die Figur soll zeigen, dass durch Faradisation des Extensor communis digitorum nur die ersten Phalangen gegen die Mittelhandknochen gestreckt werden, und dass gleichzeitig die Hand gegen den Vorderarm gestreckt wird, während die beiden letzten Phalangen in Folge der eintretenden Verlängerung des Flexor profundus und sublimis die Flexionsstellung beibehalten.

Die Beugung der beiden letzten Phalangen in diesem Falle wird durch den tonischen Widerstand des Flexor sublimis und profundus verursacht, welchen die Extensores digitorum nicht besiegen können.

Die klinischen Thatsachen, die ich in dem folgenden Artikel berichten werde, werden beweisen, dass die physiologische Wirkung der Extensores digitorum auf die beiden letzten Phalangen noch schwächer ist, als die elektrische Zusammenziehung dieser Muskeln darzuthun scheint.

Aus dem vorstehenden Experiment geht ferner hervor, dass der Extensor communis und die Extensores proprii digitorum die ersten Phalangen sehr kräftig gegen die Mittelhandknochen strecken.

Alles in Allem zeigen die vorstehenden Thatsachen, dass die sogenannten Extensores digitorum nicht Extensoren aller drei Phalangen sind, wie der Name angiebt, mit dem man sie bis auf diesen Tag bezeichnet hat, sondern dass sie eine eigentliche Wirkung nur auf die erste Phalanx haben, wie die klinische Beobachtung noch schlagender erweisen wird. Aus diesem Grunde werde ich vorschlagen, sie „Strecker der ersten Phalangen" zu nennen.

173. Ertheilen der Extensor communis und die Extensores proprii digitorum den Fingern auch seitliche Bewegungen? Die folgenden Versuche entscheiden diese Frage.

Während der Muskelruhe sind die halb gebeugten Finger einander genähert. Im Augenblick aber, wo die ersten Phalangen durch künstliche Contraction des Extensor communis in Bewegung gesetzt werden, sieht man, wie sie sich von einander entfernen.

174. Wenn man die Bündel des Extensor communis digitorum jedes für sich zur Contraction bringt, so beobachtet man ausser den so eben beschriebenen Bewegungen die folgenden Erscheinungen: 1) das Muskelbündel, das sich zum Zeigefinger begiebt, nähert diesen an den Daumen an, 2) der Muskelbauch für den Mittelfinger bewirkt keinerlei Seitwärtsbewegung, 3) die beiden Muskelbündel, die zum Ringfinger und zum kleinen Finger gehen, bewegen diese Finger ein wenig nach innen, d. h. nach der Ulna hin.

175. Localisirt man darauf den elektrischen Reiz auf die beiden Extensores proprii, so nähert sich der Zeigefinger dem Mittelfinger, und der kleine Finger entfernt sich viel weiter vom Ringfinger als bei Contraction des Muskelbauches, der vom Extensor communis an [illegible]langt.

Die vorstehenden Versuche beweisen, dass der Extensor communis digitorum und der Extensor proprius des kleinen Fingers die Finger vom Mittelfinger entfernen, welcher fest stehen bleibt. Man sieht also, dass der Mittelfinger wirklich die Axe der Hand ist, wie schon Herr Professor Cruveilhier sehr richtig angenommen hatte, um das anatomische Studium der Musculi interossei zu erleichtern.

Die Versuche beweisen ferner, dass die beiden Muskelbündel, welche die erste Phalanx des Zeigefingers strecken, bei ihrer isolirten Wirkung ausserdem noch die Abduction oder Adduction dieses Fingers erzeugen. Noch anschaulicher werden diese Thatsachen durch klinische Beobachtungen dargethan werden, wobei sich auch ihr Nutzen herausstellen wird.

B. Flexor sublimis, Flexor profundus digitorum.

176. Die elektrische Contraction des Flexor sublimis und des Flexor profundus digitorum bewirkt die von allen Autoren beschriebenen Beugebewegungen der beiden letzten Phalangen, d. h. der Flexor sublimis beugt die zweite Phalanx gegen die erste, wobei die dritte Phalanx in Streckung bleibt, und der Flexor profundus beugt die beiden letzten Phalangen gegen die erste.

Was die Beugewirkung betrifft, die diese Muskeln auf die ersten Phalangen ausüben, so ist sie sehr schwach, sehr secundär, weil sie gewöhnlich erst eintritt, wenn die Muskeln sich schon im Zustande der Verkürzung befinden.

Im Folgenden einige Experimente, welche die Wahrheit dieses wichtigen Satzes beweisen.

Wenn die elektrische Reizung auf den Flexor sublimis und profundus localisirt wird, während die Hand und die beiden letzten Phalangen in forcirter Streckstellung gehalten werden, so beugen sich die ersten Phalangen energisch gegen die Mittelhandknochen. Werden dagegen die Finger und die Hand dabei sich selbst überlassen, so beugen sich die beiden letzten Phalangen, indem sie sich gegen die ersten einrollen, und diese ihrerseits beugen sich zwar gegen die Mittelhandknochen, aber mit geringer Energie. Diese Beugebewegung der ersten Phalangen wird um so schwächer, je weniger die Hand gegen den Vorderarm zurückgebogen ist; sie ist sogar fast vollständig null, sobald die Hand in den höchsten Grad der Beugung gelangt ist.

177. Wie sehr die Extensores digitorum in ihrer Wirkung auf die ersten Phalangen über den Flexor digitorum sublimis und pro-

fundus die Oberhand behalten, zeigt der folgende Versuch. Man lasse gleichzeitig und mit einem gleich starken Strome die Extensoren und die Flexoren der Finger sich contrahiren; man wird dann sehen, dass sich die ersten Phalangen gegen die Mittelhand strecken, während die beiden letzten gebeugt werden.

Sollten diese Versuche noch unzureichend gefunden werden, so werden die klinischen Thatsachen, die ich bald berichten werde, hoffentlich den Beweis für den folgenden Satz vervollständigen, nämlich: dass die Flexoren der Finger nicht so viel Wirkung auf die ersten Phalangen haben, dass man sie als Antagonisten oder Moderatoren der Extensores digitorum (eigentlich Extensoren der ersten Phalangen), betrachten könnte. — Welches sind also die wirklichen Beuger der ersten Phalangen? Darüber wird der elektrophysiologische Versuch bald Auskunft geben.

178. Befindet sich der Flexor profundus zur Zeit, wo er in Contraction tritt, schon in einem Zustande der Erschlaffung, so nimmt seine Wirkung auf die letzte Phalanx beträchtlich ab und kann selbst annullirt werden. Wenn man also die Hand oder die Finger vorher in extreme Beugung versetzt hat, und dann den Muskel, sei es künstlich, sei es durch den Willen, zur Contraction bringt, so sieht man, dass sich die letzten Phalangen kaum beugen, und noch häufiger, dass sie sich nicht gegen die zweite Phalanx beugen, welche allein in Beugestellung gegen die erste gezogen wird. Man constatirt auch bei diesem Versuch, dass die Beugung der zweiten Phalanx gegen die erste nur mit geringer Kraft geschieht und grosse Anstrengung erfordert; die Muskelzusammenziehung ist dann schmerzhaft.

179. Es hat jedenfalls den Zweck, der Erschlaffung der Flexores digitorum vorzubeugen und sie in die Bedingungen ihrer besten Kraftentfaltung zu bringen, dass sich die Streckmuskeln der ersten Phalangen (Extensores digitorum) synergisch zusammenziehen, sobald der Wille den Beugemuskeln der letzten Phalangen eine Nervenerregung zuschickt.

Das Studium der Mechanik der willkürlichen Beugung der beiden letzten Phalangen zeigt, dass sich die erste Phalanx während dieser Beugebewegung unwillkürlich in Streckung stellt, wenn sie sich [illegible]er in Beugung gegen den Mittelhandknochen befand. Der Con[illegible]tionsgrad des Streckmuskels der ersten Phalangen steht dann in [illegible]dem Verhältniss zu der Kraft, welche die Beugung der beiden [illegible]ten Phalangen bewirkt. So entsteht die Kralle, die sich beim

Zerreissen von Gegenständen mit den Nägeln so kräftig äussert. — Man wird nicht vergessen, dass die synergische Thätigkeit der Strecker des Handgelenks die Kraft der Beuger der beiden letzten Phalangen noch verstärkt, und dass sie dazu unumgänglich erforderlich ist.

Diese Bewegungen der Phalangen in entgegengesetzter Richtung sind für die meisten Verrichtungen der Hand erforderlich. Man beobachtet sie z. B., wenn die Finger die Feder, den Pinsel, den Grabstichel führen u. s. w. Auf den Mechanismus dieser verschiedenen Bewegungen komme ich bei der Betrachtung der Interossei, der Lumbricales und der Muskeln, die den Daumen bewegen, zurück.

180. Wenn man die Benennung des Flexor digitorum sublimis und profundus von der ihnen eigenen Wirkung herleiten wollte, so müsste der Flexor sublimis Beuger der zweiten Phalangen und der Flexor profundus Beuger der zwei letzten Phalangen genannt werden.

C. Musculi interossei, lumbricales und Muskeln des Kleinfingerballens.

181. Die elektrische Reizung jedes Zwischenknochenmuskels der Hand bewirkt drei aufeinanderfolgende Bewegungen: 1) bei einem mässigen Strome wird der Finger in Abduction oder Adduction, je nach der Lage des der Faradisation unterworfenen Muskels geführt; 2) bei einem stärkeren Strome strecken sich die dritte und die zweite Phalanx gegen die erste; 3) während die letztere Bewegung stattfindet, beugt sich gleichzeitig die erste Phalanx gegen den Mittelhandknochen.

Die Contraction der Lumbricales ruft die beiden letzten Bewegungen hervor, d. h. die Streckung der beiden letzten und die Beugung der ersten Phalangen.

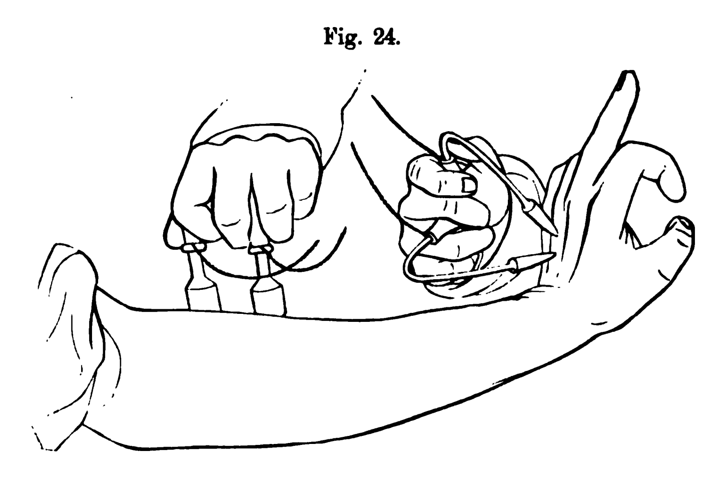
Von den vier Lumbricalmuskeln ist der Lumbricalis primus der einzige, welcher die Abduction des Fingers bewirkt, und diese Bewegung ist noch dazu sehr beschränkt.

182. Die Musculi interossei und lumbricales bewirken die Streckung der beiden letzten Phalangen mit solcher Energie, dass sie in Zukunft als ihre wirklichen Streckmuskeln betrachtet werden müssen, während die Streckmuskeln, die vom Vorderarm kommen, nur sehr schwache Hülfsmuskeln dafür sind. Diese Thatsache stellt sich bei folgendem Versuch unbestreitbar heraus.

Wenn man den elektrischen Reiz ausschliesslich auf das Bündel beschränkt hat, das vom Extensor communis digitorum kommt und

zum Mittelfinger zieht, und nun, während durch dessen Contraction die erste Phalanx desselben allein gestreckt ist, ein paar andere Elektroden an dem adducirenden Interosseus des Mittelfingers anlegt, so sieht man, wie sich unter dem Einfluss dieser Interosseusreizung die beiden letzten Phalangen des Mittelfingers sofort gegen die erste schon in Streckstellung gegen ihren Mittelhandknochen befindliche Phalanx strecken. Man kann auf dieselbe Weise die Streckung der zwei letzten Phalangen jedes anderen Fingers erhalten, wenn man abwechselnd jeden Musculus interosseus und lumbricalis zur Contraction bringt, während man die ersten Phalangen gegen die Mittelhandknochen zurückgeschlagen hält, wie auf Fig. 23.

Fig. 24.



Durch die Faradisation ist leicht zu constatiren, dass die Interossei und Lumbricales die ersten Fingerglieder mit grösserer Kraft beugen als der Flexor digitorum sublimis und profundus, welche, wie ich schon bewiesen habe, bei dem Zustandekommen dieser Bewegung nur schwach mitwirken. Aber erst die klinische Beobachtung wird die ungemeine Wichtigkeit dieser Function der Interossei oder Lumbricales erfassen lassen, da sie die einzigen Muskeln sind, die der tonischen Kraft der Extensores digitorum in ihrem Bestreben, die ersten Phalangen gegen die Mittelhandknochen zurückzubiegen, das Gegengewicht halten können.

Fig. 24. Diese Figur ist dazu bestimmt, zu zeigen, dass während der Streckung der ersten Phalanx des Mittelfingers durch Faradisation des Fascikels, der vom Extensor communis digitorum kommt und sich zum Mittelfinger begiebt, die Faradisation des adducirenden Interosseus dieses Fingers seine beiden letzten Phalangen in Streckung versetzt.

183. Diejenigen Musculi interossei, welche die Finger von dem Ulnarrand der Hand entfernen, bewirken diese Abductionsbewegung vollkommener als die, welche dazu dienen, sie demselben zu nähern. Andererseits strecken diejenigen Interossei, welche die Adduction der Finger mit geringerer Kraft besorgen, um so mehr und mit um so grösserer Kraft die beiden letzten Phalangen gegen die erste.

Die Streckung der beiden letzten Phalangen eines Fingers durch seine beiden Interossei wird also auf jeder Seite mit ungleicher Kraft bewirkt, d. h. der abducirende Interosseus wirkt auf diese Streckung viel schwächer als der adducirende. Vielleicht hat es den Zweck, das Gleichgewicht der für diese Streckbewegungen der Finger nothwendigen Kräfte wieder herzustellen, dass die Musculi lumbricales, welche die beiden letzten Phalangen kräftig strecken, ohne ihre Abduction zu bewirken, ihre Thätigkeit mit derjenigen der abducirenden Interossei vereinigen.

184. Auf dem Wege des Experimentes habe ich dargethan, dass die Wirksamkeit der sogenannten Streckmuskeln der Finger sich darauf beschränkt, die Streckung der ersten Phalangen zu erzeugen, und dass sie unzureichend ist, den tonischen Widerstand zu besiegen, welchen die Flexores digitorum der Streckung der beiden letzten Phalangen entgegensetzen. Einzig den Interosseis und den Lumbricalmuskeln ist die Fähigkeit verliehen, diesen Widerstand zu besiegen und das Gleichgewicht zwischen diesen beiden antagonistischen tonischen Kräften herzustellen.

185. Die Interossei und Lumbricalmuskeln können die zwei letzten Phalangen nicht strecken, ohne die ersten zu beugen, und umgekehrt.

Es muss eine sehr ingeniöse anatomische Einrichtung bestehen, welche diese Muskeln befähigt, zwei entgegengesetzte Bewegungen zu gleicher Zeit mit so grosser Kraft auszuführen. Mit den anatomischen Vorstellungen, die allgemein im Unterricht Geltung hatten, konnte man sicher diese physiologische Thatsache nicht erklären.

Ohne gerade jetzt den anatomischen Grund dafür zu untersuchen, beschränke ich mich für den Augenblick darauf, ihren Nutzen und ihre Wichtigkeit aus dem Gesichtspunkt der Mechanik der wichtigsten Bewegungen der Hand verständlich zu machen und die Vortheile der gegenseitigen Unabhängigkeit der Streckbewegung der zwei letzten Phalangen von der Beugebewegung der ersten und umgekehrt in helleres Licht zu stellen.

186. Ich habe schon gesagt, dass die Verrichtungen der Hand, die diese Bewegungen der ersten und der zwei letzten Phalangen in umgekehrtem Sinne erfordern, sehr zahlreich, und dass sie für den Schreiber, Zeichner, Maler, Ciselirer u. s. w. von der grössten Wichtigkeit sind. Wenn man z. B. die Bewegungen des Zeichners analysirt, während er den Bleistift zwischen seinem Daumen und den beiden nächsten Fingern hält, so beobachtet man zwei Hauptbewegungen, von denen die eine den Bleistiftstrich von vorn zurück führt, die andere in entgegengesetzter Richtung. Diese beiden Bewegungen will ich zerlegen und ihr Zustandekommen auseinandersetzen.

1) Bewegung des Stiftes bei Zurückführung des Striches. — Die beiden letzten Fingerglieder, welche den Bleistift führen müssen, sind anfangs gegen die ersten Phalangen gestreckt, die letzteren fast rechtwinklig gegen ihre Mittelhandknochen gebeugt; wenn man dann den Strich zurück führen will, so beugen sich die beiden letzten Phalangen sowohl des Zeige- als des Mittelfingers gegen die ersten, während sich zugleich diese gegen die Mittelhandknochen strecken.

Die grösste Länge dieses Striches beträgt beim Erwachsenen im Mittel 4—5 cm. Sie beruht grösstentheils auf der Streckbewegung der ersten Phalangen; denn wenn man dieser letzteren Bewegung Widerstand leistet und die ersten Phalangen in Beugung gegen die Mittelhandknochen hält, so geht die Länge des Striches nicht über $1^1/_2$—2 cm. hinaus. (Auch in der klinischen Beobachtung wird sich dieselbe Thatsache herausstellen.)

Die Bewegung, die ich soeben analysirt habe, wird durch die synergische Zusammenziehung gewisser Fascikel der Flexores und Extensores digitorum hervorgebracht. Wenn die letztgenannten Muskeln, wie man sich bis auf diesen Tag vorgestellt hat, auf alle drei Fingerglieder mit gleicher Kraft wirkten, oder wenn der Flexor sublimis und profundus gleich kräftig alle drei Phalangen beugten, so wäre eine solche synergische Contraction nicht möglich, ohne dass sie eiuen beträchtlichen Antagonismus zu besiegen hätte. Die Extensores digitorum könnten nämlich nicht die ersten Fingerglieder strecken, ohne sich der Beugung der beiden letzten zu widersetzen; und wieder die Beugung dieser würde der Streckung der ersten Phalanx hinderlich sein.

Unter diesen Umständen glaube ich nicht, dass die Bewegungen der Fingerglieder in entgegengesetzter Richtung hätten ausgeführt werden können; und angenommen, dass sie möglich gewesen wären, so hätte der dann herrschende Muskelantagonismus eine solche An-

strengung bei der Contraction erforderlich gemacht, dass die Finger sicher ihre Leichtigkeit und Geschicklichkeit eingebüsst haben würden.

Glücklicher Weise aber besteht ein solcher Antagonismus zwischen den Flexoren und Extensoren der Finger nicht, denn aus den oben dargelegten elektrophysiologischen Versuchen geht hervor (und noch besser zeigt dies die klinische Beobachtung), dass sich die Fingerglieder bei ihren Bewegungen in entgegengesetzter Richtung einer vollkommenen Unabhängigkeit erfreuen: die Extensores digitorum haben eben einen wirklichen Einfluss nur auf die ersten Phalangen, und der Flexor sublimis und profundus wirken der Streckung dieser ersten Phalangen gar nicht entgegen.

Diese Ueberlegungen beweisen also, dass die Verrichtungen der Hand sehr eingeschränkt worden wären, wenn die in Rede stehenden Muskeln wirklich die Wirkung besessen hätten, die man ihnen zugeschrieben hat.

2) Führung des Striches nach vorn. — Der Mechanismus der Bewegung, welche den Strich in der Richtung nach vorn führt, ist genau der entgegengesetzte von dem, den ich soeben analysirt habe, d. h. zu ihrer Ausführung werden die in Streckung befindlichen ersten Phalangen gegen die Mittelhandknochen gebeugt, und die in Beugung stehenden zwei letzten Phalangen strecken sich gegen die erste.

Was ich weiter oben von der Länge des Striches gesagt habe, der durch die vorstehende Bewegung hervorgebracht wird, ist begreiflicherweise vollkommen auf die Bewegung anwendbar, deren Mechanismus ich augenblicklich erkläre.

Die Extensores digitorum und der Flexor sublimis und profundus bleiben der Bewegung, die den Strich in der Richtung nach vorn führt, vollkommen fremd; es sind die Interossei und die Lumbricales, welche diese Bewegung ausführen.

Durch folgenden elektrophysiologischen Versuch wird diese Thatsache unbestreitbar dargethan. Wenn die letzten Phalangen des Daumens und der Finger, die den Bleistift halten, möglichst gebeugt sind, während die ersten Phalangen in Streckung stehen, setzt man die Elektroden an die Interossei oder die Lumbricalmuskeln des Zeige- und Mittelfingers, und sieht dann, wie die Finger den Bleistift unwiderstehlich vorwärts treiben, während ihre einzelnen Phalangen die oben beschriebenen diesen Muskeln eigenen Bewegungen vollführen. Wenn bei diesem Versuch die Muskeln des Daumenballens gleichzeitig mit den Interosseis und Lumbricalmuskeln faradisirt werden, so folgt der Daumen genau den Be-

wegungen der Finger (auf den Mechanismus dieser Bewegungen des Daumens und seines Mittelhandknochens komme ich noch zurück). — Wenn man dagegen, während der Bleistift wie im vorstehenden Experiment zwischen den Fingern gehalten wird, den Extensor für sich oder den Extensor communis und Flexor profundus zusammen reizt, so richten sich die ersten Phalangen gegen die Mittelhandknochen auf, während die letzten Phalangen sich noch weiter beugen, und der Bleistift fällt aus den Fingern.

Im Besitz der genauen Kenntniss von der individuellen Wirkung der die Fingerglieder bewegenden Muskeln konnte ich, besser als man es bisher gethan hatte, den Mechanismus der Fingerbewegungen bei anderen Verrichtungen der Hand z. B. bei den Instrumentalkünstlern studiren. Trotz aller Anziehung, welche diese nützlichen Studien bieten, sehe ich mich aber gezwungen, für den Augenblick darauf zu verzichten, da ich fürchten muss, diesen Untersuchungen eine zu grosse Ausdehnung zu geben.

§ II. Pathologische Physiologie.

A. — Die klinische Beobachtung beweist ebenso wie der elektrophysiologische Versuch, dass die Streckung der beiden letzten Phalangen durch den Extensor digitorum communis und die beiden Extensores proprii unter physiologischen Verhältnissen gleich null ist, und dass diese Function von anderen Muskeln ausgeführt wird.

Schon im Anfange meiner elektro-klinischen Untersuchungen hatte ich bemerkt, dass die Individuen, bei denen beispielsweise in Folge von Bleilähmung die Extensores digitorum gelähmt waren, trotzdem noch die beiden letzten Phalangen strecken konnten und nur die Fähigkeit verloren hatten, die ersten zu strecken; entgegen den bis dahin gelehrten anatomischen Vorstellungen hatte ich daraus den Satz gefolgert, den ich in der Ueberschrift dieses Paragraphen soeben formulirt habe, und dessen Richtigkeit ich an einer grossen Zahl von Individuen öffentlich habe demonstriren können, ohne einer einzigen Ausnahme zu begegnen.

187. Bei folgendem elektro-klinischen Versuche stellt es sich heraus, dass trotz der Lähmung der Extensores digitorum die Streckung der beiden letzten Fingerglieder ebenso vollständig ist, wie im Normalzustande. Bekanntlich fallen bei der Lähmung der

Extensores digitorum die ersten Phalangen in Beugestellung gegen die Mittelhand, und in dieser Stellung scheint die Streckung der letzten Phalangen sehr beschränkt, besonders wenn auch die Hand in Folge von Lähmung ihrer Streckmuskeln in Beugestellung steht. Wenn man nun die ersten Phalangen und das Handgelenk möglichst zurückgebogen hält, wie in Fig. 25, um die Thätigkeit der gelähmten Extensoren zu ersetzen, und nun dem Kranken anbefiehlt,

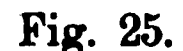


Fig. 25.



die zwei letzten Phalangen abwechselnd zu strecken und zu beugen, so bemerkt man, dass diese sich ebenso vollständig und mit eben solcher Kraft strecken, als ob die Lähmung der Extensores digitorum nicht bestände.

Tanquerel des Planches*) hat behauptet, dass in Folge der Lähmung ihrer Streckmuskeln die Finger nicht mehr die leichteste Bewegung ausführen können. Er hatte Recht, wenn er nur von den ersten Phalangen sprechen wollte. Was die letzten Phalangen betrifft, so ist er augenscheinlich durch den Anschein getäuscht worden, dies beweist das vorstehende Experiment.

Fig. 25. Die Figur ist dazu bestimmt, zu zeigen, wie man an Individuen, deren Extensores digitorum gelähmt sind, die ersten Phalangen gestreckt halten muss, um zu beweisen, dass sie dann noch willkürlich, trotz der vorhandenen Lähmung, die beiden letzten Phalangen ihrer Finger gegen die ersten strecken können.

*) Tanquerel des Planches, Traité des maladies de plomb. Paris 1839. t. II. p. 49.

B. — Die Intactheit der Interossei und Lumbricales ist die Ursache, dass trotz der Lähmung des Extensor communis und der Extensores proprii digitorum die Streckung der beiden letzten Phalangen erhalten bleibt.

188. Die Beweisführung des in der Ueberschrift formulirten Satzes ist jetzt sehr leicht, da ich experimentell nachgewiesen habe, dass die Extensores digitorum eine physiologische Wirkung nur auf die ersten Phalangen besitzen (s. 172), und dass die Interossei die wahren Strecker der zwei letzten Phalangen sind (s. 181 und 182). Da ich aber voraussehe, dass dieser letztere, beim ersten Anblick paradox erscheinende Satz auf vielen Widerspruch stossen wird, kann ich die Beweise dafür nicht genug vervielfachen. Aus diesem Grunde will ich einen elektro-pathologischen Versuch berichten, der die Gegenprobe des weiter oben (s. 187) berichteten klinischen Experimentes bildet, wobei sich die Thatsachen, die ich behauptet habe, unbestreitbar herausstellen werden.

Wenn man den elektrischen Reiz auf einen von Bleilähmung befallenen Extensor digitorum richtet, so constatirt man, dass der Muskel sich nicht contrahirt*), und dass die Phalangen keine Bewegung machen. Wenn darauf die Interossei ihrerseits faradisirt werden, so strecken sich die beiden letzten Phalangen energisch, in welchem Grade der Streckung man auch die ersten Phalangen und die Mittelhand halten möge.

Nicht allein bei der Bleilähmung kann man constatiren, dass die Interossei noch die beiden letzten Phalangen strecken, wenn der Extensor communis und die Extensores proprii digitorum ihre Thätigkeit verloren haben. Sehr häufig habe ich Gelegenheit gehabt, diese Erscheinung klinisch an Individuen zu demonstriren, die von partiellen Lähmungen der Vorderarmmuskeln betroffen waren, sei es nach Verletzung der zu ihnen gehörigen Nerven, sei es durch rheumatische Affectionen oder endlich in Folge der progressiven Muskelatrophie.

189. Durch den Anschein getäuscht haben die Pathologen an das Bestehen einer Lähmung der Interossei glauben können, wenn auch nur die Extensores digitorum allein afficirt waren, weil in

*) Ich habe gezeigt, dass bei der Bleilähmung gewisse gelähmte Muskeln ihre elektrische Contractilität ganz oder theilweise eingebüsst haben, und habe daraus ein diagnostisches Kennzeichen gemacht (siehe: De l'électrisation localisée, 2. édit. p. 308.) (3. édit. p. 671.)

solchen Fällen die Entfernung der Finger von einander schwierig und sehr beschränkt ist. Tanquerel des Planches hat diesen diagnostischen Irrthum begangen, als er angab, dass die Extensoren der Finger, ihre Abductoren und Adductoren (also die Interossei) in Folge von Bleivergiftung gelähmt wären: „Im Ruhezustande, sagt er, sind dann die Finger im rechten Winkel gegen die Mittelhand gebeugt, ihre letzten Phalangen sind gegen die zweiten leicht gebeugt; ihre Entfernung von einander, d. h. ihre Abductions- und Adductionsbewegung ist unvollständig" *).

In dieser Beschreibung sehe ich nur die charakteristischen Zeichen einer Lähmung der Extensores digitorum; denn die Schwierigkeit, welche die Kranken dabei verspüren, die Spreizbewegungen der Finger auszuführen, hängt allein von der ungünstigen Stellung ab, die die ersten Phalangen in Folge der Lähmung ihrer Streckmuskeln einnehmen. Der Beweis besteht in Folgendem. Wenn man bei einem gesunden Individuum die ersten Phalangen rechtwinklig gegen die Mittelhand gebeugt hält, so wie es bei der Lähmung des Extensor communis und der Extensores proprii der Finger zu beobachten ist, so wird augenblicklich das Spreizen der Finger bei ihm so schwach und so beschränkt, wie bei denjenigen Individuen, deren Extensores digitorum nicht mehr im Stande sind, sich zu contrahiren. Man kann übrigens bei den Kranken, deren Extensores digitorum gelähmt sind und die nur schwach die Finger spreizen, wenn die ersten Phalangen gebeugt sind, leicht feststellen, dass die Musculi interossei trotzdem noch alle ihre Bewegungen besitzen. Wenn man nämlich die Thätigkeit ihrer gelähmten Extensores ersetzt und mechanisch die ersten Phalangen gegen die Mittelhandknochen aufrichtet und die Finger auf einer horizontalen Ebene ausgestreckt hält, so geschieht augenblicklich das Spreizen oder die Annäherung der Finger wieder eben so gut wie im Normalzustande. In den von Tanquerel des Planches als Fällen von Lähmung der Interossei citirten Beispielen konnten die Kranken noch trotz Beugestellung ihrer ersten Phalangen die Finger etwas spreizen; wäre seine Diagnose richtig gewesen, so mussten diese Bewegungen vollständig verloren gegangen sein, wie ich es immer beobachtet habe.

Die elektromuskuläre Untersuchung ergiebt übrigens, dass in allen solchen Fällen von Bleilähmung die Interossei gesund sind; denn während die Extensores digitorum ihre Erregbarkeit verloren

*) Tanquerel des Planches, loco citato. Bd. II p. 50.

Phalangen nur schwach wirkt, während die Interossei und Lumbricales diese ersten Phalangen mit grösserer Kraft beugen. Durch die klinische Beobachtung wird diese Thatsache noch klarer erwiesen. Es folge ein Beispiel derart:

192. Ein Mann mit progressiver Muskelatrophie hatte eine grosse Zahl seiner Muskeln verloren. Wenn er keine willkürlichen Bewegungen machte, d. h. im Ruhezustande, bewahrten die beiden letzten Phalangen seines Zeige- und Mittelfingers eine Streckstellung und waren sogar gegen die ersten Phalangen übergebogen, während diese dagegen in halber Beugung gegen die Mittelhand standen. Die willkürlichen Streck- und Beugebewegungen der ersten Phalangen seines Zeige- und Mittelfingers waren erhalten; aber die Beugung der beiden letzten Phalangen konnte weder durch den Willen noch durch Faradisation herbeigeführt werden. Es war also augenscheinlich, dass hier die betreffenden Bündel des Flexor profundus und sublimis auf die beiden letzten Phalangen des Zeige- und Mittelfingers keine merkliche Wirkung mehr übten, und dass folglich auch die ersten Phalangen nicht mehr unter ihrem Einflusse standen. — Welches waren nun also die Muskeln, die bei diesen Fingern die Beugung der ersten Phalangen besorgten? Wenn man die Elektroden auf die Interossei oder die Lumbricalmuskeln des Zeige- und Mittelfingers setzte, so liess sich feststellen, dass durch Contraction dieser kleinen Muskeln die Beugung der ersten Phalangen zu Stande kam, trotz der vorhandenen Atrophie der vom Flexor sublimis und profundus gelieferten Fascikel. Um über die Kraft der Interossei und Lumbricales als Beuger der Phalangen ein Urtheil zu gewinnen, brachte ich zwischen den Daumen und die beiden ersten Finger des Kranken meine zu einem Bündel zusammengelegten Finger und veranlasste ihn, sie kräftig zu drücken; dabei fühlte ich, dass meine Hand ziemlich stark gedrückt wurde. Uebrigens konnte er mit seinen gebeugten ersten Phalangen auch sehr schwere Körper tragen. Wenn es nöthig wäre, könnte ich eine grosse Reihe analoger Fälle hier berichten.

Ich werde weiterhin durch klinische Thatsachen darthun (s. G. S. 150) dass der Flexor sublimis und profundus nur eine unendlich schwache Wirkung auf die ersten Phalangen ausüben, — wenn unter physiologischen Verhältnissen eine solche Wirkung überhaupt besteht.

E. — **Die schweren functionellen Störungen, die man in den Verrichtungen der Hand nach dem Functionsausfall des Flexor sublimis und profundus beobachtet, zeigen, von wie grossem Nutzen diese Muskeln sind.**

Wer die bedauernswerthen Folgen des Functionsausfalles des Flexor sublimis und profundus beobachtet hat, kann sich von dem grossen Nutzen, den diese Muskeln haben, eine Vorstellung machen.

193. Schon eine Schwäche des Flexor profundus beeinträchtigt gewisse Functionen oder vernichtet sie gar. So wurde ich von einer Pianistin consultirt, bei der die progressive Muskelatrophie am Flexor profundus anfing. Sie hatte in den Bewegungen der zwei ersten Phalangen ihrer Finger eine grosse Kraft bewahrt, die Hand besass ihre ganze Geschicklichkeit, aber sie konnte aus ihrem Instrument nur schwache Töne herausbringen, weil die letzten Phalangen sich gegen die zweiten überbogen, sobald ihre Finger die Tasten berührten. Um eine Feder oder Nadel festzuhalten, musste sie sie zwischen den Daumen und die zweiten Phalangen des Zeige- und Mittelfingers fassen. Als später die Thätigkeit des Flexor profundus vollständig zerstört war, konnte die Künstlerin nicht den geringsten Ton aus ihrem Piano hervorbringen, ohne mit den zweiten Phalangen auf die Tasten zu drücken; die Gebrauchsfähigkeit ihrer Hand war mit einem Worte sehr reducirt.

194. Noch weit schwerer sind die Functionsstörungen, wenn der Flexor sublimis und profundus ihre Thätigkeit verloren haben.

Im Jahre 1862 ersuchte mich Herr Professor X., welcher in St. Petersburg eine der höchsten Stellungen im medicinischen Unterrichte einnahm, die Bewegungen seiner linken Hand zu analysiren, an welcher die beiden letzten Phalangen aller Finger und die zweite Phalanx des Daumens ihre Beugebewegung in Folge der Durchschneidung der Beugersehnen in der Palma manus eingebüsst hätten, — in Folge einer Tenotomie-Operation, auf die ich bald weiter zu sprechen komme.

Bei der elektrischen Contraction dieser Muskeln, die übrigens kräftig geschah, fühlte ich ihre Sehnen am Vorderarm unter meinen Fingern von unten nach oben gleiten, ohne dass die Phalangen dadurch im geringsten bewegt wurden. Augenscheinlich war ihr unteres Ende frei. — Die Interossei und die anderen an der Hand gelegenen Muskeln besassen ihre normalen Bewegungen. Die Finger

und der Daumen des Herrn X. waren continuirlich gestreckt und konnten sich nur im Metacarpo-Phalangealgelenk bewegen. Dabei constatirte ich, dass die Beugung der ersten Phalangen (die von den Interosseis und der Mehrzahl der Muskeln des Daumen- und Kleinfingerballens ausgeführt wurde) ihre normale Kraft besass. Herr X. sagte mir auch wirklich, dass er ein beträchtliches Gewicht tragen konnte, sobald er es mit den gebeugten ersten Phalangen hielt. — Aber der leichteste Druck gegen die zweite Phalanx des Daumens oder gegen die Volarfläche der zwei letzten Phalangen an den übrigen Fingern brachte ihre Ueberbiegung nach rückwärts hervor, ohne dass er es verhindern konnte. Daraus folgte, dass er nichts zwischen der letzten Phalanx des Daumens und den zwei letzten Phalangen der übrigen Finger halten konnte, was fast alle Verrichtungen der Hand zunichte machte*).

F. — Durch die klinische Beobachtung wird erwiesen, dass wenn die tonische Kraft des Flexor sublimis und profundus nicht die von den Interosseis auf die zwei letzten Phalangen geübte Wirkung beschränkte, die letzteren sich entgegengesetzt ihrer natürlichen Beugung gegen die ersten Phalangen überbiegen würden; der Nutzen, den die tonische Kraft des Flexor sublimis und profundus in Bezug auf die normale Stellung der beiden letzten Phalangen hat, stellt sich auf diese Weise heraus.

195. Durch das normale Uebergewicht ihrer tonischen Wirkung halten der Flexor sublimis und profundus die beiden letzten Phalangen gegen die ersten etwas geneigt; kommen sie aber zur Atrophie, so strecken sich in Ruhelage der Hand die beiden letzten Phalangen,

*) Durch den Verlust des Flexor longus pollicis wurde die ausfallende Wirkung des Flexor sublimis und profundus noch ganz besonders erschwert; denn wenn die Beugung der zweiten Phalanx des Daumens intact gewesen wäre, wäre es mir leicht gewesen, dem Patienten gewisse Verrichtungen der Hand vermittelst mechanischer Vorrichtungen mit elastischen Kräften wiederzugeben, wie in dem folgenden Falle: Ein Mann, der in Folge einer Verwundung die Beugung der beiden letzten Glieder des Zeige- und Mittelfingers verloren hatte, konnte zwischen seinem Daumen und den übrigen Fingern nichts mehr halten. Ich liess ihn einen Handschuh tragen, auf dem nach meinem

der tonischen Kraft der Interossei gehorchend, gegen die ersten Phalangen, und zwar um so mehr, je vorgeschrittener die Atrophie ist.

Wenn der Flexor sublimis und profundus ganz und gar atrophirt sind, so bleiben nicht nur die beiden letzten Phalangen beständig in Streckung, sondern sie biegen sich ausserdem nach ihrer Dorsalfläche über. Die tonische Wirkung der Interossei, die dann nicht mehr durch die des Flexor sublimis und profundus gemässigt wird, steigert nothwendiger Weise diese Zurückbiegung, und mit Länge der Zeit sieht man die beiden letzten Phalangen mit dem unteren Ende heraustreten und sich nach vorn subluxiren.

196. Ist der Flexor sublimis allein atrophirt, so wird die zweite Phalanx gegen die erste übergebogen, während die dritte durch die tonische Kraft des Flexor profundus gegen die zweite gebeugt bleibt. Die Fig. 26 ist ein Beispiel dieser Entstellung der Gelenkeinfügung der zweiten Phalangen des Mittel- und Ringfingers in Folge einer solchen Atrophie, die auf die für diese beiden Finger bestimmten Fascikel des Flexor sublimis beschränkt blieb*). Auch die Ueberbiegung der dritten Phalange gegen die zweite in Folge Verlustes des Flexor profundus habe ich gesehen.

Fig. 26.



System der physiologischen Prothese künstliche Beugemuskeln des Index und des Medius aufgenäht waren, und mit Hülfe derselben konnte er gut schreiben und Handarbeiten ausführen. Die Grundsätze dieser physiologischen Stellvertretung durch mechanische Apparate habe ich in der zweiten Auflage meines Buches De l'électrisation localisée, p. 828, dargelegt (3. édit. pag. 1034).

Fig. 26. Pathologische Stellung der zweiten und dritten Phalangen des Zeige- und Ringfingers in Folge von Atrophie der betreffenden Fascikel des Flexor profundus. S. Anm.

*) So lautet der ursprüngliche Text. Dieselbe Hand ist mit derselben Erklärung auf S. 971 der Electrisation localisée, 3. édit. 1872, abgebildet. Dennoch liegt wohl ein Versehen vor, und es handelt sich vielmehr um eine Atrophie der betreffenden Fascikel des Flexor profundus. Anm. des Uebersetzers.

G. — Aus der fehlenden Wirkung der Interossei und Lumbricales resultirt ein fast vollständiger Verlust der Streckbewegung der beiden letzten Phalangen und der Beugebewegung der ersten, was ebenso wie der elektrophysiologische Versuch beweist, dass diese Muskeln unter physiologischen Bedingungen die einzigen Beuger der ersten Phalangen und die einzigen Strecker der beiden letzten Phalangen sind.

197. Wie man sich erinnert, ergab sich aus meinen elektrophysiologischen Versuchen, dass die Interossei und Lumbricales kräftig auf alle drei Fingerphalangen wirken und zwar beugend auf die beiden ersten, streckend auf die beiden letzten. — Andererseits hat sich durch die klinische Beobachtung dieselbe Thatsache bestätigen lassen, da der Verlust des Flexor sublimis und profundus oder der der Extensores digitorum diese partiellen Bewegungen der Fingerglieder nicht zum Wegfall bringt.

Indessen schien doch das elektrophysiologische Experiment zu zeigen, dass die Extensores digitorum auf die zwei letzten Phalangen eine ähnliche Wirkung üben, wie die Interossei. Man muss sich nämlich daran erinnern, dass bei elektrischer Reizung der Extensor communis und die Extensores proprii digitorum ebenfalls eine noch ziemlich umfängliche Streckbewegung der zwei letzten Phalangen bewirken, da sie ja die Finger und die Mittelhand beinahe in eine dem Vorderarm parallele Richtung stellen können und ihre Wirkung auf die zwei letzten Phalangen erst mit dem Augenblicke verlieren, wo die Mittelhand beginnt sich gegen das Handgelenk und gegen den Vorderarm zurückzubiegen (s. 172). Man hat ferner gesehen, dass die elektrische Contraction des Flexor sublimis und profundus die ersten Phalangen in Beugestellung zieht, wenn auch freilich nur schwach (s. 176). Aus diesen Experimenten wäre man also zu schliessen berechtigt, dass die genannten Streck- und Beugemuskeln der Finger fähig sind, bis zu einem gewissen Grade die Interossei und Lumbricales zu ersetzen, wenn diese letzteren zur Atrophie oder Lähmung gelangen.

Durch klinische Thatsachen will ich nun aber ganz im Gegentheil beweisen, dass die physiologische Wirkung der Extensores proprii und des Extensor communis auf die zwei letzten Phalangen, und des Flexor sublimis und profundus auf die ersten äusserst beschränkt, wenn nicht gar vollständig null ist. Dadurch wird der

Satz vollständig gerechtfertigt werden, der den Gegenstand dieses Paragraphen bildet, nämlich dass die Interossei die einzigen Beuger der ersten und die einzigen Strecker der zwei letzten Phalangen sind.

Man kann nämlich nach Atrophie der Interossei und Lumbricales, einer partiellen Läsion, die bei progressiver Muskelatrophie sehr häufig ist, noch folgende Bewegungen der Finger erhalten. Wenn man in diesem Falle dem Kranken sagt, er solle die Finger strecken, so *stellen sich nur die ersten Phalangen in Extension* und biegen sich gegen die Mittelhand zurück; *die beiden letzten Phalangen, weit entfernt sich zu strecken, beugen sich vielmehr in geradem Verhältnisse zu der auf die Streckung verwandten Anstrengung.* So verhält es sich auf Fig. 27, die Hand eines Individuums vorstellend, bei dem die Interossei, die Lumbricales und die Muskeln des Daumenballens theilweise atrophisch waren. Stellte man die Hand in Flexion, so schienen sich die zwei letzten Phalangen deswegen nicht besser zu strecken. Wenn der Patient seine Hand schliessen wollte, so beugten sich die zwei letzten Phalangen aller Finger mit erheblicher Kraft, aber *die ersten neigten sich kaum gegen die Mittelhand.* Demzufolge konnte er die Gegenstände, die man ihm in die Hand legte, auch nur sehr schwach drücken.

Fig. 27.



Ist die Läsion der Interossei alt, so sind die bei den willkürlichen Streckbewegungen der Finger zu beobachtenden Störungen noch bei weitem ausgeprägter (s. Figg. 28 und 29).

In einem Falle vollständiger und sehr alter Lähmung des Nervus ulnaris habe ich sogar gesehen, dass sich die oberen Enden der zweiten Phalangen gegen die unteren Enden der ersten Phalangen bis zur Mitte ihrer Volarfläche nach vorn subluxirten.

Fig. 27. Hand eines Kranken, bei dem die Interossei unvollständig atrophisch und die Finger in leichter Krallenstellung sind, d. h. die ersten Phalangen schlagen sich gegen ihre Mittelhandknochen zurück und die zwei letzten Phalangen beugen sich gegen die ersten, sobald der Patient seine Finger den Mittelhandknochen parallel strecken will. Dieser Kranke kann ausserdem die Finger nicht einander annähern.

198. Die Individuen, deren Interossei atrophirt sind, können die Gegenstände, die sie in der Hand halten, nicht kräftig drücken. Um dann die Kraft des Flexor sublimis und profundus, der einzigen Muskeln, die sich beim Schliessen der Hand contrahiren, zu verstärken, steigern sie instinctiv die Streckung des Handgelenks und zwar in dem Maasse, als sie kräftiger drücken wollen. Auf diese Weise werden, wie man begreift, die Flexoren in grössere Verlängerung versetzt und ihre Contraction wird kräftiger. Dies ist ein neues Beispiel jener wunderbaren synergischen Muskelcombinationen, die als werthvolle Bundesgenossen die Kraft gewisser Muskeln verstärken, sobald dieselben eine grosse Kraft zu entfalten haben oder durch Krankheit geschwächt sind. Von dieser eigenthümlichen Muskelsynergie ist schon die Rede gewesen (s. 158).

199. Das Gesagte lässt sich wie folgt zusammenfassen: Mehr oder weniger beträchtliche Schwäche der Extensores (communis und proprii) digitorum in ihrer Wirkung auf die beiden letzten Phalangen, sowie der Flexores digitorum in ihrer Wirkung auf die ersten Phalangen, je nach dem Grade der Lähmung oder Atrophie der Interossei oder Lumbricales: das sind die Erscheinungen, die ich bei einer grossen Zahl von Atrophien dieser Muskeln constatirt habe. Noch helleres Licht wird auf diese Erscheinungen durch die Beobachtungen geworfen werden, die im nächsten Paragraphen berichtet werden sollen.

Die so eben dargelegten Thatsachen machen die Nothwendigkeit fühlbar, den elektrophysiologischen Versuch durch die klinische Beobachtung zu controliren; denn sie haben gezeigt, dass die elektrische Reizung der Flexores und Extensores digitorum Bewegungen von grösserem Umfange hervorruft, wie der Wille unter normalen Verhältnissen thut.

H. — Der Ausfall der Interosseus- und Lumbricaliswirkung verursacht beträchtliche Störungen und Veränderungen in der Stellung der Fingerglieder während der Muskelruhe; dies beweist den Nutzen, den die tonische Kraft dieser Muskeln für die Stellung der Phalangen in so fern hat, dass sie die einzigen tonischen Moderatoren des Extensor communis und der Extensores proprii für die ersten Phalangen und des Flexor sublimis und profundus für die zwei letzten sind.

200. Im Ruhezustande sind die Fingerphalangen gegen einander und die Mittelhandknochen sehr leicht gebeugt (s. Fig. 33 und 34). Diese Stellung der Finger resultirt aus einem gewissen Gleichgewicht zwischen den tonischen Muskelkräften, die die Fingerglieder in Beugung oder Streckung zu erhalten streben.

Mit dem Augenblicke, wo die Musculi interossei und lumbricales zu atrophiren beginnen, wird dieses Gleichgewicht gebrochen, und die Finger nehmen eine besondere fehlerhafte Stellung an. Es bleiben nämlich dann in Muskelruhe die ersten Fingerglieder mehr oder weniger gegen die Mittelhandknochen, gestreckt und dies geschieht in geradem Verhältniss zu dem Maasse der Atrophie, oder mit anderen Worten zu dem Grade der Verminderung der tonischen Kraft der Interossei; gleichzeitig neigen sich aus derselben Ursache die beiden letzten Phalangen in verschiedenem Grade gegen die ersten, und endlich nimmt die Hand die Gestalt einer Klaue an, die unter dem Einflusse der willkürlichen Streckbemühungen noch mehr ausgeprägt wird.

Es nehmen also in dem Intervall zwischen den willkürlichen Contractionen die Finger ihre normale Stellung nicht wieder ein; die ersten Phalangen stellen sich in eine Stellung, die dem Mittelhandknochen fast parallel ist, und die anderen verharren in einem Zustande forcirter Beugung.

201. Die Musculi interossei waren bei dem Individuum, dessen Hand auf Fig. 27 dargestellt ist, nicht ganz zerstört, davon hatte ich mich durch die Faradisation überzeugt; sie besassen noch einen Rest von tonischer Contractilität, der, wenn auch schwach, die übertriebene Wirkung der Strecker der ersten Phalangen und der Beuger der beiden letzten hemmte. Man kann sich daher nach diesem klinischen Falle auch keine richtige Vorstellung von der hochgradigen Verunstaltung bilden, von der die Hand betroffen werden kann, wenn sie länger und ganz und gar der Thätigkeit ihrer Interossei und Lumbricalmuskeln beraubt gewesen ist.

202. In diesem letzteren Falle beobachtet man nicht mehr nur eine einfache Entstellung der Hand, sondern eine Deformirung der Gelenkoberflächen oder Bandapparate, also schwere Störungen, die die Kranken vollständig des Gebrauches ihrer Hände berauben. Ein Beispiel der Art, das ich berichten will, ist einem jungen Manne entnommen Namens Albert Musset, dessen Handmuskeln seit vier Jahren in Folge einer Verwundung an der vorderen und unteren Partie

seines Vorderarmes, die den rechten Nervus ulnaris durchtrennt hatte, gelähmt worden und atrophirt waren*).

Folgendes sind die Symptome, die ich vor seiner Behandlung beobachtete: die rechte Hand hatte die Form einer Klaue in möglichst ausgesprochener Weise (s. Figg. 28 und 29), sie war fast vollständig abgezehrt; die Zwischenknochenräume waren tief ausgehöhlt; der Daumen- und Kleinfingerballen waren erheblich eingesunken; man sah in der Hohlhand die Umrisse der Flexorensehnen und die stark vorspringenden Köpfe der Mittelhandknochen (Fig. 29 *B*).

Fig. 28.

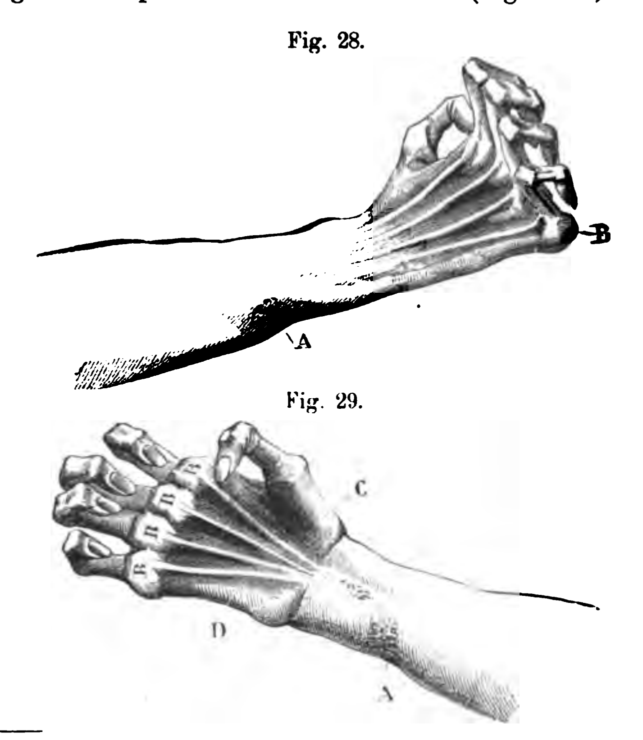


Fig. 29.

*) Wegen der Einzelheiten dieser Beobachtung, die gleich interessant in pathologischer wie therapeutischer Hinsicht ist, verweise ich auf S. 211 der ersten und S. 201 der zweiten Auflage meines Buches De l'électrisation localisée. (3. édit. p. 326.)

Fig. 28 und 29. Hand eines Mannes Namens Musset von der Vorderfläche und von der Rückseite, bei dem die vom Nervus ulnaris versorgten Muskeln in Folge Zerreissung dieses Nerven etwas oberhalb des unteren Endes der Ulna (siehe die Narbe *A*) gelähmt worden und atrophirt waren. Die Zurückbiegung der ersten Phalangen gegen die Mittelhandknochen und die Beugung der beiden letzten Phalangen, welche durch die vollkommene, schon alte Lähmung der Interossei bewirkt ist, giebt seiner Hand die sehr ausgesprochene Form

Die beiden letzten Fingerglieder waren beständig in Beugestellung, aber sie konnten passiv gegen die ersten Phalangen gestreckt werden. Diese ihrerseits waren gegen ihre Mittelhandknochen so stark zurückgebogen, dass sie eine halbe Luxation des Metacarpophalangealgelenkes nach vorn bildeten. Wollte man diese Phalangen mechanisch beugen, so empfand man einen unbesiegbaren Widerstand, der hauptsächlich einer Hypertrophie der Köpfchen der Mittelhandknochen nach vorn zu entstammen schien. Wenn man dem Kranken sagte, er solle seine Finger strecken, so schlugen sich seine schon in Streckstellung befindlichen ersten Fingerglieder noch weiter gegen die Mittelhandknochen zurück, und die Beugung seiner beiden letzten Phalangen wurde noch übertriebener. — Das Spreizen der Finger war unmöglich; die Adductions- und Oppositionsbewegungen seines Daumens waren nicht mehr vorhanden. — Der Vorderarm der kranken Seite war etwas abgemagert und bot an der Vorderfläche am Punkte *A* eine schief von oben und innen nach unten und nach aussen gerichtete Narbe; sie war den unter der Haut liegenden Sehnen adhärent und wurde nach oben oder unten verzogen, wenn man die Fingerglieder streckte oder beugte. — Die Beugung und Streckung des Handgelenkes ebenso wie die Pronations- und Supinationsbewegungen waren erhalten. — Die Sensibilität war an der inneren Hälfte der Hand, am fünften Finger und der Innenseite des vierten Fingers bedeutend herabgesetzt, endlich war die Hand gegen Kälte sehr empfindlich, und bei der Berührung constatirte man eine merkliche Herabsetzung der Temperatur.

An welchem Punkte der Hand man auch die Elektroden aufsetzen mochte, man konnte auch mit dem stärksten Strome keine Bewegung der Finger und des Daumens hervorrufen. Brachte man einzeln für sich die Muskeln des Vorderarms zur Contraction, so wurde die Narbe durch Contraction des Ulnaris internus und der Flexores digitorum nach oben verzogen.

203. Diese klinische Beobachtung wäre vor den im vorliegenden Capitel berichteten elektrophysiologischen Untersuchungen sicher unerklärlich erschienen. Die Physiologen lehren ja, dass die Extensores communis und proprii digitorum die Strecker, und der Flexor

---

einer Klaue. Die ersten Phalangen sind durch die Zugwirkung des Extensor communis in eine solche Streckung gebracht, dass sie sich gegen die Mittelhandknochen nach hinten subluxirt haben, und die hypertrophischen Köpfchen der Mittelhandknochen bedingen einen bedeutenden Vorsprung in der Palma manus (s. *B* Fig. 28 und 29).

sublimis und profundus die Beuger aller drei Fingerglieder sind. Wenn diese Behauptung richtig wäre, wie wäre es dann möglich gewesen, dass bei dem so eben vorgeführten Kranken durch die blosse tonische Zugwirkung der Extensores digitorum die ersten Phalangen in solche Streckstellung geriethen, dass daraus die halbe Luxation und die schweren Functionsstörungen der Metacarpo-Phalangealgelenke erfolgten; ich wiederhole, wie war diese Subluxation der ersten Phalangen nach hinten möglich, da doch die Flexores digitorum, die einzigen Muskeln, die nach der jetzigen Lehre als Moderatoren der Streckung der Phalangen gelten, ihre Thätigkeit bewahrt hatten? Dasselbe muss ich von der beständigen und forcirten Beugung der beiden letzten Phalangen sagen, denn nach den Vorstellungen, die in der Wissenschaft galten, hätten die Extensores communis und proprii diese Beugung verhindern müssen. Dagegen ist nach den durch die Elektrophysiologie thatsächlich gegebenen Aufschlüssen nichts einfacher zu erklären: die Zerstörung der Interossei, deren Wirkung heute bekannt ist, giebt dafür die vollkommene Erklärung.

204. Die praktische Folgerung, die aus diesen physiologischen Thatsachen zu ziehen ist, hat für gewisse Punkte der chirurgischen Praxis das allerhöchste Interesse. Dies werden die folgenden Thatsachen beweisen. Erleuchtete Praktiker, denen ich den Kranken, von dem eben die Rede war, gezeigt hatte, glaubten, dass wohl die an der Vorderfläche des Vorderarms gelegene Narbe (Fig. 29 *A*), wo die Sehnen der durch das schneidende Werkzeug durchtrennten Muskeln adhärent waren, die einzige Ursache der continuirlichen Beugung der beiden letzten Phalangen sein konnte. Dieser Meinung gab die Untersuchung der Palma manus einen Anschein von Wahrheit; denn wenn man die Finger mechanisch ausstreckte, so verzog jede Flexorensehne die Narbe und die Haut, der sie adhärirte, nach unten und sah man ausserdem dabei die Sehne in der Hohlhand stark hervorspringen.

Die therapeutische Folgerung, die aus dieser Beobachtung abgeleitet wurde, bestand in der Nützlichkeit einer in der Palma manus ausgeführten Tenotomie; eine solche wurde auch wirklich angerathen. Wie man nach dem, was wir jetzt von den Functionen der Interossei wissen, voraussehen konnte, hätte diese Operation nur beklagenswerthe Folgen gehabt; denn man hätte die Wirkung der Beuger auf die beiden letzten Phalangen für immer gelähmt, und dieselben wären von nun ab ganz und gar der Bewegung beraubt gewesen.

205. Eine Beobachtung, die ich oben (s. 194) erzählt habe, beweist die Richtigkeit dieser im Jahre 1851, der Zeit, wo ich die vorstehenden Zeilen schrieb, ausgesprochenen Prognose.

Die Person, von der hier die Rede ist, Herr Professor X., hatte eine Lähmung der Hand in Folge einer Vorderarmfractur erlitten. Die Finger dieser Hand hatten mehr und mehr die Gestalt einer Klaue angenommen; die beiden letzten Phalangen beugten sich gegen die ersten, und diese ihrerseits bogen sich gegen die Mittelhandknochen zurück. Da diese Stellung der Finger, welche die Gebrauchsfähigkeit der Hand vernichtete, der Retraction des Flexor sublimis und profundus zugeschrieben wurde, so war die Tenotomie derselben in der Palma manus verrichtet worden, und die Finger hatten sich sogleich wieder gerade gerichtet.

In den Augen einiger Chirurgen war diese Operation zu Anfang ein Erfolg, und als solcher wurde sie der Academie der Medicin in Paris mitgetheilt, wo sie zu einer denkwürdigen Discussion Anlass gegeben hat, an der sich die berühmtesten Chirurgen und Physiologen der Zeit betheiligten. Von diesen wurde sie allgemein getadelt*).

Trotzdem muss man anerkennen, dass jedenfalls die continuirliche Streckstellung der beiden letzten Fingerglieder nach der Durchschneidung ihrer Flexorensehnen weniger störend war als die Klaue, die vor der Operation bestand; die Hand konnte dabei noch einige Dienste leisten. Im Vergleich zu dem früheren Zustande war dies jedenfalls eine Besserung, aber eine Besserung, die sehr theuer zu stehen gekommen ist, denn da die in der Hohlhand getrennten Sehnen sich nicht wieder vereinigten, so ist die Beugung der beiden letzten Fingerglieder für immer verloren gegangen.

Heute wäre eine solche Operation, unter ähnlichen Umständen ausgeführt, unentschuldbar; sie würde als eine Verstümmelung betrachtet werden. Man weiss jetzt, dass diese Klauenhand durch eine Lähmung der Interossei bedingt ist, und dass in einem gleichen Falle das einzige Mittel, die abwechselnde Streckung und Beugung der drei Fingerglieder wiederherzustellen, darin besteht, die Lähmung dieser Muskeln oder des Nerven, der sie versorgt, zu heilen.

Das ist denn auch bei Herrn Professor X. wirklich eingetroffen; mit der Zeit ist die Lähmung seines Nervus ulnaris spontan geheilt. Wenn ich mechanisch seine Finger in die Klauenstellung brachte, indem ich die beiden letzten Phalangen beugte und die ersten aufrichtete, so constatirte ich, dass er sie kraftvoll in entgegengesetzter

*) Bulletin de l'Académie de médecine. Paris 1842—43. t. VIII. p. 129 ff.

Richtung bewegen, d. h. seine beiden letzten Phalangen strecken und gleichzeitig die ersten beugen konnte; — was nur durch die Interossei bewirkt werden konnte. — Als Beweis der Heilung dieser Lähmung füge ich endlich noch hinzu, dass seine Finger einander genähert oder von einander entfernt werden konnten, sobald sie auf eine horizontale Unterlage gelegt wurden.

Ich behaupte also, dass, wenn die Thätigkeit seines Flexor sublimis und profundus nicht durch die in der Palma manus vollzogene Durchschneidung ihrer Sehnen vernichtet worden wäre, sondern man sich begnügt hätte, mit einem angemessenen Apparat die Retraction der Flexoren zu bekämpfen, dass seine Klauenhand auf natürlichem Wege geheilt und ihre Gebrauchsfähigkeit heute wiederhergestellt wäre.

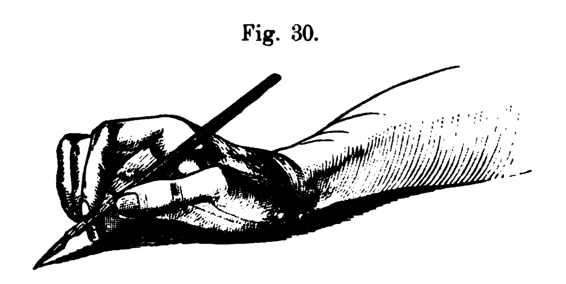
206. Sicherlich hätte man dieses Resultat durch locale Faradisation seiner Musculi interossei rasch erreicht, wie es mir schon in einem Dutzend ähnlicher Fälle gelungen ist, da die traumatische Lähmung des Nerven ziemlich häufig ist.

Ein merkwürdiger Beweis dafür ist der Kranke Musset, dessen Beobachtung ich oben mitgetheilt habe (s. 202). Nachdem ich nämlich eine Zeit lang die Stellen, die von seinen atrophischen Muskeln eingenommen wurden, elektrisch gereizt hatte, sah ich, wie seine Zwischenknochenräume sich nach und nach ausfüllten, sein Daumen- und Kleinfingerballen dicker wurden; darauf streckten sich seine letzten Phalangen und die ersten beugten sich, und gleichzeitig nahm der von den Köpfchen der Mittelhandknochen gebildete beträchtliche Vorsprung ab. In einigen Wochen war die Beugung seiner ersten Phalangen schon ziemlich vorgeschritten; man konnte dabei constatiren, dass die Köpfchen der Mittelhandknochen an der Rückseite sehr atrophisch waren. Endlich verringerte sich rasch die Difformität durch Rückkehr der Kraft der Interossei, deren langsam und unaufhörlich sich geltend machende tonische Wirkung der mechanischen Wirkung der Apparate tausendmal vorzuziehen ist. — Heute ist die Stellung seines Zeige- und Mittelfingers beinahe normal, und die Beugung ihrer Phalangen geschieht fast bis zum rechten Winkel.

Musset hatte verlangt, dass man ihm die längst verloren gegebene Hand, die für ihn nur eine unbequeme und schmerzhafte Klaue war, amputirte: jetzt bedient er sich derselben geschickt, um die Feder zu halten (s. Fig. 30), er schreibt schnell und deutlich genug, um die Stellung eines Expedienten auszufüllen.

207. Bei dem Kranken Musset habe ich eine therapeutische Beobachtung gemacht, die ich nicht mit Stillschweigen übergehen will, und die mir eine wichtige physiologische Folgerung zu ergeben scheint; sie besteht darin, dass der Zeige- und Mittelfinger die ersten Finger waren, welche den glücklichen Einfluss der localen Faradisation aufwiesen, während der Ring- und Kleinfinger davon verhältnissmässig weniger profitirten.

Fig. 30.



Dieselben therapeutischen Ergebnisse habe ich in analogen Fällen erfolgen sehen. Andererseits habe ich Individuen beobachtet, die nach Verletzung des Nervus ulnaris das Vermögen, die ersten Phalangen zu beugen und die beiden letzten zu strecken, am Zeige- und Mittelfinger nicht vollständig verloren hatten.

208. Um diese Thatsachen zu erklären, muss man sich erinnern, dass die beiden und bisweilen drei ersten Lumbricalmuskeln nicht allein vom Nervus ulnaris, sondern auch vom Nervus medianus ihre Innervation empfangen; dass daher, wenn der erstere (der Ulnaris) eine Verletzung erfährt, diese Muskeln noch die Fähigkeit bewahren, sich willkürlich oder künstlich zusammenzuziehen, in Folge des Nervenstromes, der ihnen durch den Medianus zugeführt wird.

Wirklich constatirte ich, dass sich bei der der Verletzung des Nervus ulnaris folgenden Lähmung die beiden ersten Lumbricalmuskeln durch locale Faradisation noch contrahiren, während die anderen Handmuskeln, die unter der ausschliesslichen Abhängigkeit des genannten Nerven stehen (die Interossei und beiden letzten Lumbricales), diese Eigenschaft verloren haben.

Nach diesen Thatsachen wird man begreifen, wie glücklich die Einrichtung ist, dass gerade diejenigen Muskeln, die dazu dienen,

---

Fig. 30. Nach der Natur gezeichnet. Hand des Kranken Musset nach der Behandlung, während er eine Feder hält und führt. In Fig. 28 und 29 ist sie vor der Behandlung abgebildet worden.

die die Feder und den Pinsel führenden Glieder zu bewegen, in dieser Weise ihre Nervenkraft aus verschiedenen Quellen schöpfen.

Und auf diesen Reichthum an Innervation muss man die so rasche Wirkung der localen Faradisation an den Interosseis des Zeige- und Mittelfingers bei dem Kranken Musset, der wie man sich erinnert, die Fähigkeit zu schreiben rasch wieder erlangt hat, zurückführen.

209. Alles in Allem stellen sich durch die Beobachtung Musset's die Verrichtungen und der Nutzen der Interossei klar heraus, und es ergiebt sich daraus die ganze Wichtigkeit dieser Muskeln, ebenso wie der Nachweis geführt wurde, dass unter dem Einflusse der fortschreitenden Wiederkehr ihrer Ernährung und Contractilität auch die Lähmung, deren Sitz sie waren, und die schweren Functionsstörungen, die daraus folgten, haben verschwinden können.

Ich habe Gelegenheit gehabt, eine grosse Reihe anderer analoger Fälle zu sammeln, werde aber nicht darüber berichten, da ich fürchte, diesem Paragraphen einen zu grossen Umfang zu geben und überreichlich den Satz bewiesen zu haben glaube, der weiter oben formulirt wurde, dass nämlich unter physiologischen Bedingungen die Interossei die einzigen Antagonisten der Flexoren für die beiden letzten Phalangen und der Extensoren für die ersten Phalangen sind.

I. — Trotz Ausfalles der Interosseuswirkung auf den Zeigefinger kann die erste Phalanx dieses Fingers noch Seitwärtsbewegungen ausführen und sich gleichzeitig strecken. — Die Seitwärtsbewegung des Zeigefingers nach dem kleinen Finger hin ist dann noch ziemlich ausgedehnt. — Die Streck- und Seitwärtsbewegungen des Zeigefingers haben einen gewissen Nutzen.

210. Die atrophische Lähmung der Interossei habe ich sehr oft im Verfolg der traumatischen Lähmung des Nervus ulnaris beobachtet; noch weit häufiger habe ich jedoch durch die progressive Muskelatrophie die Interossei und Lumbricales zerstört gesehen, während die Muskeln des Vorderarmes intact geblieben waren oder wenig gelitten hatten. In allen diesen Fällen konnten nun die Kranken immer die erste Phalanx ihres Zeigefingers dem Mittelfinger nähern oder ihn davon entfernen. Freilich hatten diese Be-

wegungen nur eine geringe Ausdehnung (die des Spreizens betrug z. B. nur 1—1½ cm. in der Ebene des unteren Endes der ersten Phalanx). Zuerst hatte ich daraus geschlossen, dass die Interossei und der Lumbricalis dieses Fingers ihre Thätigkeit nicht vollständig verloren hatten, aber die elektromuskuläre Untersuchung bewies mir bald, dass diese Muskeln nicht mehr existirten. Ich suchte daher die Ursache dieser Seitwärtsbewegungen anderswo und sah, dass sie durch die Einzelfaradisation der Extensorenbündel dieses Fingers, die vom Extensor communis und proprius entspringen, hervorgerufen wurden.

Mit etwas Aufmerksamkeit gelingt es leicht, auch ohne das elektromuskuläre Experiment diese Erscheinungen zu beobachten, denn man fühlt oder sieht vielmehr dabei, wie abwechselnd und in verschiedenen Richtungen der Umriss der Sehne des Extensor communis und des Extensor proprius deutlich hervortritt, während der Kranke mit seinem Zeigefinger willkürliche Seitwärtsbewegungen macht.

211. Obgleich diese Seitwärtsbewegungen des Zeigefingers nur beschränkt sind, kann man ihren Nutzen bei gewissen Verrichtungen der Hand nicht verkennen. Man wird nämlich wahrnehmen, dass auf Grund dieser speciellen Wirkung der beiden vom Extensor proprius und dem Extensor communis gelieferten Muskelfascikel der Zeigefinger, für den eine gewisse Unabhängigkeit der Bewegung nothwendig war, Muskeln besitzt, die gleichzeitig die Streckung der ersten Phalanx und seitliche Bewegungen derselben bewirken, während ihn ausserdem seine Interossei beugen und gleichzeitig in Abduction oder Adduction führen können.

Stellen wir uns eine Verrichtung der Hand vor, wobei der Zeigefinger Seitwärtsbewegungen ausführen muss, zur Zeit, wo seine beiden letzten Phalangen gebeugt und seine erste gestreckt sind. Diese Bewegungen wären in der That unmöglich gewesen, wenn nicht die Muskelbündel, die ihm vom Extensor communis und proprius zukommen, seitlich in entgegengesetzter Richtung auf seine erste Phalanx gewirkt hätten, denn die seitlichen Bewegungen dieses Fingers hätten dann nicht ohne die Interossei geschehen können, welche gleichzeitig seine erste Phalanx beugen und seine beiden letzten Phalangen strecken.

J. — **Trotz Ausfalls der Interosseuswirkung können sich der Mittel- und Ringfinger während der Streckung der ersten Phalanx noch etwas von einander entfernen und der kleine Finger kann noch ziemlich stark in Adduction geführt werden; dagegen können**

die Finger und besonders die beiden letzten nicht mehr einander genähert werden.

212. Diese Sätze werden durch eine grosse Reihe von Fällen von Lähmung oder Atrophie der Interossei bewiesen. Auch hier bestätigt die klinische Beobachtung die Thatsachen, die der elektrophysiologische Versuch ans Licht gebracht hatte, und dieser seinerseits giebt von den Störungen, die in Folge des Verlustes der Interossei bei den Seitwärtsbewegungen der Finger herbeigeführt werden, vollkommen Rechenschaft. Ich habe noch Gelegenheit, auf diese Spreizung der Finger, die während ihrer Streckung ausgeführt wird, zurückzukommen und ihren Mechanismus zu erklären (siehe den historischen Theil Art. V. 270—273).

Wenn man sich nämlich erinnert, dass die elektrische Contraction des Extensor communis und der Extensores proprii digitorum gleichzeitig die Streckung der Finger und ihre Spreizung bewirkt (s. 173 und 174), so wird man sich nicht wundern, dass diese Spreizung noch trotz der Lähmung der Interossei stattfindet. Der elektrophysiologische Versuch hatte gezeigt, dass diese Spreizung der Finger nur beschränkt ist; es ist also ganz einfach, dass nach der Zerstörung der einzigen Muskeln, welche umfängliche Seitwärtsbewegungen erzeugen, die Finger untereinander nicht mehr angenähert noch stärker von einander entfernt werden können.

K. — Die klinische Beobachtung beweist, dass die Interossei weniger Kraft brauchen, um die Streckung der beiden letzten Phalangen zu bewirken, als um die Finger einander zu nähern, wenn sie gegen ihre Mittelhandknochen gestreckt sind.

213. Die Kenntniss der am Kopf dieses Paragraphen angegebenen Erscheinung ist mir durch folgende klinische Beobachtung enthüllt worden.

Ich habe einen jungen Mann behandelt, dessen Hand seit zwei Monaten zunehmend gelähmt und atrophisch wurde in Folge eines Stiches, den er sich im Verlauf des Nervus ulnaris mit einem Radirmesser beigebracht hatte. Vor der Behandlung war seine Hand beträchtlich abgemagert, die Zwischenknochenräume der Rückenfläche waren tief ausgehöhlt; wurden die Muskeln elektrisch gereizt, die diese Räume einnehmen, so konnte man daselbst keine Contraction hervorrufen; der Daumenballen zeigte an der durch den äusseren Fascikel des Flexor brevis pollicis eingenommenen Stelle eine Einsenkung, und man konnte durch die locale Faradisation die gewöhn-

liche der Reizung dieses Muskelbündels zukommende Bewegung nicht hervorrufen.*) Wenn man ihm aufgab, die drei Fingerglieder parallel der Richtung seiner Mittelhandknochen zu strecken, konnte er dies nicht erreichen, wenn er sich auch noch so sehr anstrengte; seine ersten Phalangen kehrten sich gegen die Mittelhandknochen zurück, während die beiden letzten Phalangen sich einschlugen (s. Fig. 31). Diese Stellung der Fingerglieder war an den beiden letzten Fingern viel stärker ausgesprochen. Je mehr man bei seinen Bemühungen, die Streckung auszuführen, sein Handgelenk gegen den Vorderarm zurückbog, desto mehr schlugen sich seine beiden letzten Phalangen ein, und desto ausgesprochener wurde die Klauenstellung. Schliesslich entfernten sich die Finger bei ihrer willkürlichen Streckung um 1 bis 1½ cm. von einander, aber der Kranke konnte sie nicht weiter spreizen, noch sie einander annähern, mit Ausnahme des Zeigefingers, der sehr sichtlich der Wirkung seines Extensor proprius folgte und sich dem Mittelfinger näherte.

Fig. 31.



Bei diesem Individuum war unstreitig der Nervus ulnaris verletzt worden, und ohne hier in die Betrachtungen einzutreten, zu denen dies interessante Factum Gelegenheit geben muss, ist doch so viel für jeden leicht sichtlich, dass die Läsion des Nerven die Lähmung und ausserdem die Atrophie und den Verlust der elektrischen Erregbarkeit in den von ihm abhängigen Muskeln bewirkt hatte.

Ich behandelte diesen Kranken mit localer Faradisation, aber erst gegen den sechsten Monat nach der Verletzung des Nerven begann sich eine therapeutische Wirkung herauszustellen. Die ersten Finger-

*) Diese Thatsache beweist, dass bei diesem Kranken der äussere Fascikel des Flexor brevis pollicis, welcher einen Ast des Nervus medianus erhält, vom Nervus ulnaris innervirt wurde. Ich habe mehrere andere analoge klinische Fälle gesehen, wobei augenscheinlich der äussere Fascikel des Flexor brevis seine Innervation von beiden Nerven zugleich erhielt.

Fig. 31. Hand eines 21jährigen Individuums, dessen Nervus ulnaris durch ein Radirmesser am unteren Theil des Vorderarmes angestochen war. Diese Hand ist ein Beispiel der besonderen Klauenstellung, welche die Finger bei frischer Lähmung der vom Nervus ulnaris versorgten Muskeln während ihrer willkürlichen Streckung darbieten; die Klaue ist dabei immer in den beiden letzten Fingern ausgesprochener.

glieder bogen sich immer weniger gegen ihre Mittelhandknochen zurück, die Beugung der beiden letzten Fingerglieder nahm mehr und mehr ab. Endlich ein Jahr nach dem Beginn konnte der Kranke ohne Mühe seine Finger in eine der Mittelhand parallele Ebene bringen, und zwar eben so leicht wie auf der gesunden Seite, aber er hatte absolut nichts hinsichtlich der seitlichen Bewegungen, die die Interossei ausführen, namentlich um die Finger einander anzunähern, gewonnen, man sieht dies an der Fig. 32. Erst viel später, als er durch die Faradisation vollkommen geheilt war, konnte er seine ausgestreckten Finger wieder einander annähern.

Fig. 32.



Andere Fälle haben mir ähnliche Erscheinungen geboten wie die, welche ich eben berichtet habe, und sie bestätigen den an den Kopf dieses Unterparagraphen gestellten Satz. Ich habe aus ihnen noch einen anderen in klinischer Beziehung wichtigen Satz gefolgert, den ich an anderer Stelle entwickelt habe, nämlich dass die Unmöglichkeit, die ausgestreckten Finger einander anzunähern, den ersten Grad der Lähmung der Interossei characterisirt.

214. Um diesen Satz zu verstehen, muss man sich den Mechanismus der Muskelsynergie, der die Annäherung der Finger und gleichzeitig ihre Streckung gegen die Mittelhandknochen besorgt, genau vergegenwärtigen; ich will ihn hier erklären.

Wenn man die drei Fingerglieder so ausstrecken will, dass man sie auf eine den Mittelhandknochen parallele Ebene legen kann, so bewirken der Extensor communis und die Extensores proprii digitorum die Streckung der ersten Phalangen und gleichzeitig die Interossei und Lumbricalmuskeln die Streckung der beiden letzten Phalangen. Nur vermögen diese letzteren Muskeln nicht in dieser Weise auf die zwei letzten Phalangen zu wirken, ohne gleichzeitig mit grosser Energie die ersten zu beugen. Diese Wirkung der Interossei auf die ersten Phalangen führt also zu einem mächtigen Antagonismus

*) Fig. 32. Die Figur stellt dieselbe Hand nach der faradischen Behandlung vor, die vor der Behandlung auf Fig. 31 abgebildet worden ist. Man sieht, dass die die Zwischenknochenräume einnehmenden Muskeln ihr Volumen und ihre Thätigkeit wiedergewonnen haben, dass die Klauenstellung verschwunde nist, und endlich, dass die Dorsalvenen der Hand sich entwickelt haben.

gegen die Extensores communis und proprii, die nun, um ihn zu besiegen, sich mit einer diesem Antagonismus entsprechenden Kraft zusammenziehen müssen. Es geht aus dem Vorstehenden hervor, dass die Streckbewegung der drei Phalangen eine ziemlich energische und um so grössere Muskelaction erfordert, je mehr die Mittelhand gegen den Vorderarm zurückgebogen ist.

Die Extensores communis und proprii digitorum können, wie ich oben auf experimentellem Wege (s. 173 u. 174) gezeigt habe, die ersten Phalangen nicht strecken, ohne sie von einander zu entfernen. Da nun diese Muskeln sich energisch contrahiren müssen, um den Antagonismus der die Fingerglieder beugenden Interossei zu besiegen, so geschieht die Spreizung der Finger während der Streckung der drei Phalangen mit ziemlich grosser Kraft. Man begreift daher, dass wenn man die Finger einander nähern will, nachdem man die drei Phalangen gegen ihre Mittelhandknochen gestreckt hat, die Musculi interossei eine neue und noch grössere Kraftanstrengung zu entfalten haben werden.

Vierter Artikel.

Muskeln, die den Daumen bewegen.

Die den Daumen bewegenden Muskeln lassen sich eintheilen in hintere (an der hinteren Gegend des Vorderarmes gelegene) und vordere (den Daumenballen und die vordere Region des Vorderarmes einnehmend).

Die ersteren sind die Antagonisten der letzteren, es sind der Extensor pollicis longus, Extensor pollicis brevis und Abductor pollicis longus.

Die letzteren sind die Musculus opponeus, der Abductor pollicis brevis, der äussere Fascikel des Flexor pollicis brevis, der Adductor pollicis*), der Flexor pollicis longus.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Hintere den Daumen bewegende Muskeln.

I. Versuche.

1) Extensor longus pollicis. Bringt man den Extensor pollicis longus zur Contraction, während die beiden Phalangen

*) Unter diesem Namen verstehe ich nach dem Vorgange Cruveilhier's die Muskelbündel des Adductor und die äussere Portion des Flexor brevis pollicis, weil ihre Wirkung gemeinschaftlich und identisch ist.

des Daumens in Beugung stehen und der erste Mittelhandknochen schief nach aussen und vorn gebracht ist, so beobachtet man zwei gleichzeitige Bewegungen: eine Streckbewegung der beiden Phalangen gegen den ersten Mittelhandknochen und eine schiefe Bewegung dieses letzteren Knochens und der beiden ausgestreckten Phalangen nach einwärts und rückwärts.

Im höchsten Grade seiner Contraction biegt der Extensor longus pollicis den ersten Mittelhandknochen und mit ihm die beiden Phalangen so stark gegen das Handgelenk zurück, dass der erste Mittelhandknochen mit diesem einen nach vorn vorspringenden Winkel bildet und dass die letzte Phalanx sich hinter der Ebene der Mittelhand befindet.

In keinem Falle kann man durch Contraction des Extensor longus pollicis die Supination bewirken.

2) Extensor brevis pollicis. Wenn der Daumen und der erste Mittelhandknochen dem zweiten Mittelhandknochen genähert stehen, während man den Extensor brevis pollicis zur Contraction bringt, so sieht man, wie der erste Mittelhandknochen gerade nach auswärts geführt und gleichzeitig die erste Phalanx gegen den Mittelhandknochen gestreckt wird, während die zweite Phalanx gegen die erste gebeugt bleibt.

Wenn die Contraction des Muskels anhält, so folgt die Hand der Abductionsbewegung des ersten Mittelhandknochens, aber sie wird weder in Beugung noch in Supination gezogen.

3) Abductor longus pollicis. Stellt man den Daumen und den ersten Mittelhandknochen so wie im vorhergehenden Experimente und bringt den Abductor longus pollicis zur Contraction, so wird der erste Mittelhandknochen schief nach aussen und vorn gezogen und gegen das Handgelenk gebeugt; während dieser Bewegung des ersten Mittelhandknochens werden die Phalangen des Daumens leicht eingeschlagen, sobald der Muskel am Maximum seiner Wirkung angelangt ist. Wird der Daumen dann gestreckt, so steht sein Ende nach aussen vom Zeigefinger, dem er deshalb nicht opponirt werden kann.

Wenn die Contraction des Abductor longus pollicis anhält, so beugt sich die Hand, wenn sie vorher in Streckstellung stand, gegen den Vorderarm und begiebt sich in eine geringe Abductionsstellung.

In welche Stellung man endlich den Vorderarm oder die Hand während der Contraction des Muskels versetzen mag, niemals kann

man die Supination hervorrufen, die Hand hat im Gegentheil eine Tendenz, sich in Pronation zu begeben.

II. Bemerkungen.

215. Die elektrophysiologischen Versuche, die ich so eben mitgetheilt habe, beweisen, dass der Extensor longus und brevis und der Abductor pollicis dem ersten Mittelhandknochen und in Folge dessen den beiden Phalangen des Daumens wichtige Bewegungen ertheilen, die zum Theil nicht beschrieben, zum Theil unrichtig angegeben worden waren.

216. Die Abduction des Daumens gehört in Wirklichkeit dem Extensor brevis pollicis an, während der Abductor longus pollicis den Daumen ebenso nach vorn wie nach aussen bringt; der Extensor longus pollicis streckt nicht allein die beiden Phalangen gegen den ersten Mittelhandknochen, sondern übt auch noch eine sehr wichtige und sehr kräftige Wirkung auf diesen letzteren; er bringt ihn nämlich in die Adduction und versetzt ihn gleichzeitig in Streckung gegen das Handgelenk, d. h. er bringt ihn in eine Richtung, die fast die entgegengesetzte von der Wirkung des Abductor longus und gewisser Muskeln des Daumenballens ist, die man noch kennen lernen wird.

217. Ich habe ferner gezeigt, dass die elektrische Contraction des Extensor brevis pollicis eine Bewegung der ersten und zweiten Phalanx des Daumens in entgegengesetzter Richtung bewirkt. Das Zustandekommen dieser entgegengesetzten Bewegungen bedarf einer Erklärung. Die Streckung der ersten Phalanx, die man dabei beobachtet, resultirt aus der Wirkung des Muskels auf die erste Phalanx, die Beugung der zweiten Phalanx dagegen wird hervorgebracht durch den tonischen Widerstand, den der Flexor longus während der Streckung der ersten Phalanx und Abduction des Mittelhandknochens leistet.

218. Endlich wirken die drei Muskeln energisch auf die Hand, und jeder zieht sie in die Richtung, die er dem ersten Mittelhandknochen ertheilt. Der Abductor longus pollicis ist also ein Beuger der Hand, während der Extensor longus die entgegengesetzte Wirkung ausübt, und der Extensor brevis pollicis sie rein nach aussen bewegt.

219. Die Physiologie der Bücher spricht dem Abductor longus pollicis das Vermögen zu, die Supination zu bewirken. An der Richtigkeit dieser Meinung lässt der elektrophysiologische Versuch

zweifeln, denn man kann, wie man gesehen hat, eine Supination bei der künstlichen Contraction dieses Muskels nicht erhalten. Durch klinische Thatsachen werde ich beweisen, dass die den Daumen bewegenden Muskeln der Supination vollständig fremd bleiben.

220. Da auch der Abductor longus oder Extensor brevis pollicis die Hand bei ihrer isolirten Contraction nach der Richtung ziehen, die sie dem ersten Mittelhandknochen anweisen, so begreift man, wie störend diese Bewegungen der Hand in toto für die Verrichtungen des Daumens sein würden, wenn sie mit Nothwendigkeit erfolgten, sobald man willkürlich den ersten Mittelhandknochen vom zweiten entfernt. Nun kann aber im Normalzustande die willkürliche Abduction des Daumens nicht geschehen, ohne dass sofort die synergische Contraction des Ulnaris externus eintritt, welcher ein Strecker und zugleich Adductionsmuskel der Hand ist. Die Folge davon ist, dass die Hand während dieser Abductionsbewegung kräftig fixirt wird; man sieht sie sogar sich dabei etwas nach innen begeben, und zwar um so mehr, je weiter der erste Mittelhandknochen sich vom zweiten entfernt, oder je kräftiger die Contraction der Abductionsmuskeln des Daumens geschieht.

Dass der Wille die Abductionsmuskeln des ersten Mittelhandknochens und des Daumens nicht isolirt zur Contraction bringen kann, ist leicht zu constatiren. Wenn man nämlich den Zeigefinger auf die Sehne des Ulnaris externus nahe seiner Insertion am letzten Mittelhandknochen legt, während man den ersten Mittelhandknochen vom zweiten entfernt, so fühlt man die Sehne sehr deutlich in Spannung gerathen.

B. Vordere Daumenmuskeln.

I. Versuche.

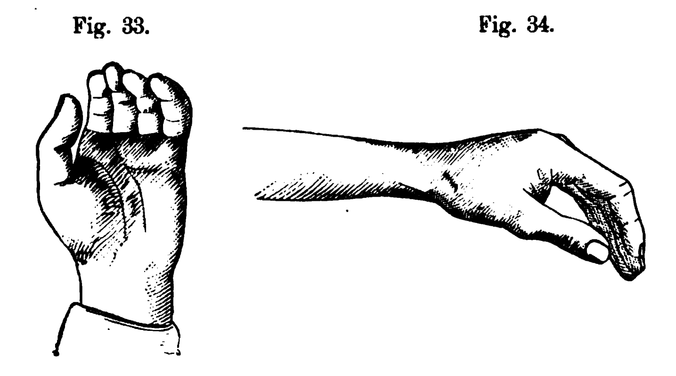
Die Muskelbäuche, die zusammen den Abductor brevis, den Flexor brevis und den Adductor pollicis bilden, sind in anatomischer Hinsicht sowohl wie in physiologischer ganz willkürlich in drei Muskeln getheilt worden. Durch meine elektrophysiologischen Untersuchungen wird nämlich bewiesen, dass die Muskelbündel, die sich zur Aussenseite der ersten Phalanx des Daumens oder dem ersten Mittelhandknochen begeben, alle dieselbe Wirkung auf den Mittelhandknochen und die beiden Daumenphalangen ausüben, und dass andererseits die, welche gegen die Innenseite der ersten Phalanx convergiren, gleichfalls eine gemeinsame Action besitzen.

Alle diese Muskelbündel bilden also in physiologischer Hinsicht zwei Muskelgruppen, die sich durch die verschiedenen Bewegungen, die sie dem ersten Mittelhandknochen und der ersten Phalanx ertheilen, unter einander unterscheiden. Dies will ich beweisen.

1) Muskelbündel, die sich an die Aussenseite der ersten Phalanx des Daumens begeben (Abductor brevis und äussere Portion des Flexor brevis pollicis). — Wenn man durch elektrische Reizung den Abductor brevis pollicis oder die äussere Portion des Flexor brevis pollicis zur Contraction bringt, so beobachtet man drei verschiedene Bewegungen am ersten Mittelhandknochen und der ersten und zweiten Phalanx des Daumens.

Steht der Daumen in natürlicher Stellung *) frei von jeder Muskelaction, wie in Fig. 33 und 34, so wird der erste Mittelhandknochen nach vorn und etwas nach innen gerichtet (in Beugung und

Fig. 33. Fig. 34.



Adduction). Während dieser Bewegung des ersten Mittelhandknochen (siehe Figg. 35 und 36) beugt sich die erste Phalanx und neigt sich gegen die äussere Seite, indem sie eine leichte Drehbewegung um ihre Axe von aussen nach innen ausführt, wodurch ihre Vorderfläche der Palmarfläche der Finger gegenüber, in Opposition gestellt wird;

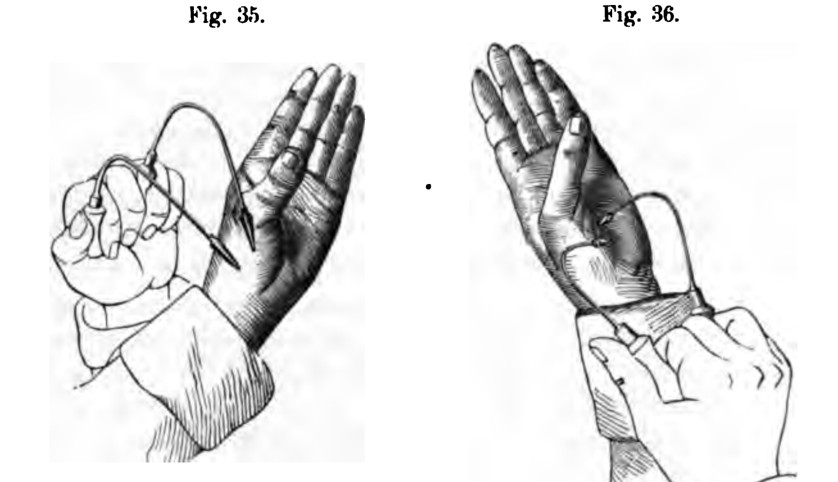
*) Bekanntlich unterscheidet sich die natürliche Stellung des Daumens und die seines Mittelhandknochens von der der übrigen Finger; die Palmarfläche des Daumens ist nach einwärts gekehrt, während die der Finger immer nach vorn sieht; der erste Mittelhandknochen macht einen einspringenden Winkel nach aussen mit dem Handgelenk und steht vorn auf derselben Ebene wie der Radius, endlich stehen die erste und zweite Phalanx in leichter Beugestellung (s. Fig. 33).

Figg. 33 und 34. Stellung der menschlichen Hand in Muskelruhe, von der Palmarfläche gesehen (Fig. 33), von ihrer äusseren Seite gesehen (Fig. 34).

endlich streckt sich die zweite Phalanx gegen die erste, wenn s vorher in Beugestellung stand.

Befindet sich der erste Mittelhandknochen zur Zeit des Ve suches in Abduction, so ist die Oppositionsbewegung, die er au führt, grösser und geschieht durch eine Art von Circumduction.

Fig. 35. Fig. 36.



Ist er dem zweiten Mittelhandknochen genähert und bildet e nach vorn einen vorspringenden Winkel mit dem Handgelenk, s sieht man, wie er sich gegen das letztere beugt, so dass er mit ihı einen einspringenden Winkel nach vorn bildet.

2) Muskelbündel, die sich an die Innenseite de ersten Phalanx des Daumens begeben. (Adductor pollici und innere Portion des Flexor brevis pollicis.) — Unter dem Ein flusse der elektrischen Contraction der Muskelbündel, die sich zuı Os sesamoïdeum internum begeben, wird der erste Mittelhandknoche gegen den zweiten angezogen und stellt sich etwas nach innen un vorn von ihm.

Diese Bewegung des ersten Mittelhandknochens geschieht i verschiedenen Richtungen je nach der Lage, die der Knochen zı

Fig. 35. Bewegung des ersten Mittelhandknochens und der Phalangen d Daumens bei Faradisation des Abductor brevis pollicis.

Fig. 36. Bewegung des ersten Mittelhandknochens und der Phalangen d Daumens bei Faradisation der äusseren Portion des Flexor brevis pollicis.

Zeit der Contraction einnahm. So bewegt sich der erste Mittelhandknochen, wenn er in Abduction gestanden hatte, von aussen nach einwärts; wenn er in Flexionsstellung gegen das Handgelenk stand, so führt er eine Streckbewegung aus; stand er endlich im stärksten Grade der Opposition, so wird er bis etwas nach aussen vom zweiten Mittelhandknochen zurückgeführt.

Der Daumen folgt passiv den Bewegungen des ersten Mittelhandknochens, aber seine erste Phalanx beugt sich zugleich gegen den Mittelhandknochen und neigt sich nach innen, und die zweite Phalanx streckt sich gegen die erste.

Man sieht also, dass der sogenannte Adductor pollicis bald Strecker, bald Adductor, bald Abductor ist, und dass der Name, unter dem er bekannt ist, ihm ganz willkürlich gegeben ist und eine falsche Vorstellung von seinen Functionen erweckt.

3) Opponens pollicis. — Der Opponens pollicis beugt bei seiner elektrischen Reizung den ersten Mittelhandknochen gegen das Handgelenk und bringt ihn gleichzeitig in Abductionsstellung.

Auf die Phalangen des Daumens übt er keine Wirkung.

Beim Contractionsmaximum des Muskels wird der erste Mittelhandknochen in dieselbe Ebene gestellt wie der zweite Mittelhandknochen, und das Ende des Daumens befindet sich, wenn der Finger von keinem anderen Muskel bewegt wird, noch nach aussen vom Zeigefinger, während seine Palmarfläche nach innen gekehrt ist.

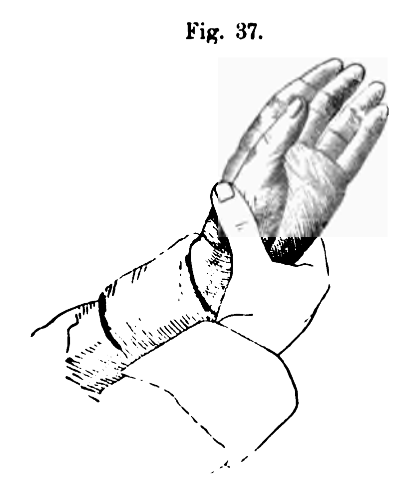
4) Flexor longus pollicis. — Der Flexor longus pollicis übt eine wirkliche Thätigkeit nur auf die letzte Phalanx; nur bei stärkster elektrischer Contraction des Muskels wird die erste Phalanx in die Flexion gezogen, und diese Bewegung ist auch dann noch sehr beschränkt und kraftlos. Dabei bemerkt man keinerlei Bewegung am ersten Mittelhandknochen.

II. Bemerkungen.

221. Die vorstehenden Versuche beweisen allesammt, dass in gewisser Beziehung zwischen der Wirkung, die auf die Phalangen des Daumens von den an die Aussen- oder Innenseite der ersten Phalanx tretenden Muskelfasern geübt wird, und der Wirkung der Interossei auf die Phalangen der Finger eine grosse Analogie besteht. So beugen alle diese Muskeln die erste Phalanx, indem sie sie nach ihrer Seite neigen, d. h. sie entweder in Abduction oder Adduction bringen, und gleichzeitig strecken sie die letzten Phalangen.

222. Um die Adductions- oder Abductionsbewegung gut zu constatiren, die die Phalangen des Daumens unter Einwirkung der an die Aussen- oder Innenseite der ersten Phalanx tretenden Muskeln ausführen, muss man wie in Fig. 37 den ersten Mittelhandknochen in stärkster Adduction halten, während die beiden Phalangen des Daumens in ihrer normalen Stellung sind, und darauf die Elektroden abwechselnd auf die Muskelbündel setzen, die an jede Seite der ersten Phalanx gelangen. Sobald die Muskelbündel, die an die Aussenseite der ersten Phalanx gelangen, in Contraction treten, beugt sich die erste Phalanx, und gleichzeitig neigt sich der Daumen seitwärts gegen den kleinen Finger und beschreibt mit seiner Spitze einen Bogen, dessen Sehne 4—5 cm. misst. Wenn alsdann der Daumen in dieser seitlichen Neigung bleibt, und man nun ihrerseits die Fasern zur Contraction bringt, die am Os sesamoïdeum internum enden, so führt der Daumen eine Seitwärtsbewegung in entgegengesetzter Richtung wie vorher aus und wird in seine natürliche Stellung zurückgeführt, und darauf neigt er sich gegen seinen inneren Rand, jedoch nur um einige mm.

Fig. 37.



In diesem letzteren Versuch wie im vorhergehenden führt die erste Phalanx ihre Seitwärtsbewegungen aus und wird die zweite Phalanx gestreckt.

223. Man sieht ferner, wie der Daumen unter dem Einflusse der Fasern, die sich aussen an die erste Phalanx ansetzen, um seine Längsaxe von aussen nach innen rotirt. Die Muskelbündel des inneren Sesamknochens ertheilen ihm eine Rotationsbewegung in entgegengesetzter Richtung, um ihn in seine normale Stellung wieder zurückzuführen. (Diese Rotationsbewegungen, deren Wichtigkeit ich

---

Fig. 37. Maximale Adductionsstellung, in der der erste Mittelhandknochen gehalten werden muss, wenn man die Seitwärtsbewegungen oder die Bewegungen der Abduction und Adduction, die dem Daumen durch die an die Aussen- oder Innenseite der ersten Daumenphalanx gelangenden Muskelbäuche ertheilt werden, mittelst der Faradisation beobachten will.

noch weiterhin hervorheben werde, werden bei den Fingern nicht beobachtet oder sind wenigstens nicht wahrnehmbar, wenn dieselben von ihren Interosseis bewegt werden.)

224. Wenn man endlich, während der erste Mittelhandknochen wie in den vorhergehenden Versuchen gehalten wird, gleichzeitig die Fasern reizt, die sich an beide Seiten des Daumens anheften, so beugt sich die erste Phalanx ohne eine Seitwärtsbewegung oder Rotationsbewegung auszuführen, während die zweite Phalanx sich streckt.

225. Ich will nun versuchen, von jeder Bewegung des ersten Mittelhandknochens oder des Daumens, deren elektrophysiologische Untersuchung ich soeben berichtet habe, den Nutzen oder den Grad ihrer Wichtigkeit darzuthun.

Drei von den Muskeln des Daumenballens sind, wie man so eben gesehen hat, Gegensteller und Beuger des ersten Mittelhandknochens; es sind der Opponens, der Abductor brevis und das äussere Fascikel des Flexor brevis. Wir wollen annehmen, dass diese drei Muskeln die Oppositionsbewegung in demselben Grade hervorrufen, und die Stellung des Daumens untersuchen, wenn sein Mittelhandknochen im höchsten Grade der Gegenstellung und Beugung steht und seine Phalangen von keiner Kraft beeinflusst werden*).

Der Daumen steht dann nur in der Ebene des Zeigefingers, und seine Palmarfläche sieht nach innen und sehr wenig nach hinten, so dass er sich nicht in Opposition mit den Fingern befindet. Da in dieser Stellung der Daumen den anderen Fingern nicht entgegengehen kann, so würden die Verrichtungen des Daumens und der übrigen Finger beeinträchtigt sein, wenn die Phalangen des ersteren nicht weiter nach innen geführt werden könnten. Durch meine Versuche wird nun bewiesen, dass diese Stellung des Daumens die Grenzwirkung des Musculus opponens darstellt, so dass dieser, wie man sieht, der am wenigsten gegenstellende Muskel und deshalb auch der wenigst nützliche von allen Muskeln des Daumenballens ist. Wenn aber zur selben Zeit durch Contraction der Muskelbündel, die sich an die Aussenseite der ersten Phalanx begeben, die erste Phalanx des Daumens ihre Bewegung der Seitwärtsneigung und Rotation

*) Man kann diese Studie an sich selber machen, wenn man seinen Mittelhandknochen in Adductions- und Beugestellung halten lässt, wie auf Fig. 37. Der Wille könnte diese isolirte Beugung des Mittelhandknochens nicht hervorbringen, ohne gleichzeitig auf die Phalangen des Daumens zu wirken.

um ihre Längsaxe ausführt, dann erreicht die Spitze des Daumens nach einander jeden einzelnen Finger, wobei er ihnen seine Palmarfläche zukehrt, und dies geschieht um so leichter, als die Kraft, die diese Bewegung der Seitwärtsneigung, oder Abductionsbewegung,*) wie sie genannt wird, besorgt, gleichzeitig die letzte Phalanx streckt.

226. Von den beiden Muskelbündeln, die die erste Phalanx des Daumens seitlich gegen den kleinen Finger neigen, bewirkt dasjenige, welches den Abductor brevis pollicis ausmacht, diese Bewegung weniger vollständig als der Muskelbauch, der dem Flexor brevis pollicis angehört. Man sieht auf Fig. 35, dass der Abductor brevis pollicis den Daumen nur dem Zeige- und Mittelfinger entgegenstellt, während der Flexor brevis pollicis den Daumen allen vier Fingern entgegenstellen kann. (s. Fig. 36.) Bei der klinischen Beobachtung wird sich die wirkliche Thätigkeit und die relative Nützlichkeit beider Muskeln noch besser herausstellen.

227. Die Bewegung der Seitwärtsneigung, die von den am inneren Sesamknochen endigenden Muskelbündeln ausgeführt wird, dient begreiflicherweise dazu, den Daumen an jeden der Finger heranzuführen, nachdem er die eben beschriebenen seitlichen Bewegungen ausgeführt hat.

228. Die letzte Phalanx des Daumens besitzt drei Strecker, die sich bei den verschiedenen Verrichtungen der Hand nicht vertreten können, denn jeder von ihnen wirkt in anderer Richtung auf den Mittelhandknochen und die erste Phalanx.

Demnach streckt 1) ein und derselbe Muskel (der Extensor longus pollicis) den ersten Mittelhandknochen und die beiden Phalangen des Daumens, 2) ein und derselbe Muskel (der Adductor pollicis) nähert den ersten Mittelhandknochen dem zweiten, vor welchen er ihn zugleich stellt, neigt die erste Phalanx gegen ihren Innenrand und versetzt die zweite Phalanx in Streckstellung; 3) ein und derselbe Muskel (der Abductor brevis und der äussere Fascikel des Flexor brevis) beugt den Mittelhandknochen und die erste Phalanx, neigt dieselben gegen ihren äusseren Rand und streckt gleichzeitig die letzte Phalanx.

229. Die letzte Phalanx des Daumens musste gestreckt werden können, sowohl während er den Fingern entgegengestellt wird, als

*) In dieser Stellung des ersten Mittelhandknochens neigt sich der äussere des Daumens seitlich gegen den inneren Rand der Hand und führt ch eine Adductionsbewegung aus; man ist aber übereingekommen, dass Bewegung des Daumens um seinen äusseren Rand Abductionsbewegung nnt werden soll.

wenn die Hand durch Streckung und Entfernung des ersten Mittelhandknochens weit geöffnet ist, als auch endlich während sich der Daumen und sein Mittelhandknochen dem Zeigefinger nähern: aus diesem Grunde sind die drei Muskeln, die dem Mittelhandknochen diese entgegengesetzten Bewegungen ertheilen, damit betraut worden, gleichzeitig die zweite Phalanx des Daumens auszustrecken.

Man begreift, dass wenn der Extensor longus pollicis der einzige Strecker der zweiten Phalanx gewesen wäre, bei der Gegenstellung des Daumens, einer bei den Verrichtungen der Hand so häufigen und wichtigen Bewegung, die Streckung der zweiten Phalanx nicht ohne grosse Unbequemlichkeit möglich gewesen wäre, weil der Extensor longus pollicis den ersten Mittelhandknochen gerade in die entgegengesetzte Richtung zieht, als die der Gegenstellung.

Diese Betrachtungen genügen, um den Nutzen und selbst die Nothwendigkeit der drei besonderen Strecker der zweiten Daumenphalanx darzuthun.

230. Die elektromuskulären Studien will ich mit einigen Bemerkungen über den Mechanismus einer der hauptsächlichsten Bewegungen des Daumens und des ersten Mittelhandknochens schliessen.

Winslow*) betrachtet den ersten Mittelhandknochen als die erste Phalanx des Daumens. In physiologischer Hinsicht hatte der grosse Anatom gewiss Recht, denn für den Mechanismus gewisser Bewegungen des Daumens steht dieser Knochen in demselben Verhältniss zur letzten Daumenphalanx wie an allen übrigen Fingern die ersten Phalangen zu den zwei letzten. In der That wird bei den Hauptverrichtungen der Hand der erste Mittelhandknochen in Abduction gestellt, während die letzte Phalanx sich beugt, und umgekehrt. (Man wird bemerken, dass die Abductionsbewegung des ersten Mittelhandknochens der Gegensatz der Beugebewegung der letzten Daumenphalanx ist, so wie die Streckung der ersten Fingerphalangen den Gegensatz zur Beugung der beiden letzten bildet.) Ausserdem bewegt sich die erste Phalanx des Daumens in entgegengesetzter Richtung wie die zweite. Diese Bewegung der ersten Daumenphalanx hat nur eine sehr geringe Ausdehnung, und man wird bemerken, dass sie dabei in der Richtung der Abductionsbewegung des ersten Mittelhandknochens stattfindet.

Um den Mechanismus dieser Bewegungen besser verständlich zu machen, will ich, wie bei den Fingern, die bei der Thätigkeit des Schreibens, Zeichnens u. s. w. von dem Daumen und seinem Mittel-

*) Winslow, Exposition anatomique de la structure du corps humain; traité des os secs; le pouce, 815 p. 89.

handknochen ausgeführten Bewegungen analysiren. Um den Strich zurück zu führen, beugt sich die letzte Phalanx des Daumens und streckt sich die erste, während sich der erste Mittelhandknochen in Abduction begiebt: das Entgegengesetzte geschieht, wenn der Strich nach vorn geführt wird. Der Mechanismus dieser Bewegungen ist absolut derselbe, wie bei den Bewegungen der übrigen Finger, wenn sie die Feder oder den Bleistift führen; man findet auch dieselbe Unabhängigkeit der Bewegungen in umgekehrter Richtung. Der Extensor brevis pollicis nämlich, der die Abduction des ersten Mittelhandknochens und die Streckung der ersten Phalanx bewirkt, ist kein Antagonist des Flexor longus pollicis; andererseits sind es ein und dieselben Muskeln (der Abductor brevis und Flexor brevis pollicis), welche in der Weise der Interossei wirkend gleichzeitig die Beugung der ersten und Streckung der zweiten Phalanx und zugleich die Adduction des ersten Mittelhandknochens bewirken.

Der Extensor longus pollicis hätte diesen ingeniösen Mechanismus stören können; und es genügt, um sich davon Rechenschaft zu geben, sich an seine Wirkung auf die beiden Phalangen und den ersten Mittelhandknochen zu erinnern; aber glücklicher Weise bleibt dieser Muskel den so eben analysirten Bewegungen vollkommen fremd, er leiht nur den Muskeln des Daumenballens seine Sehne, wofür ich den anatomischen Grund in der Folge kennen lehren werde.

231. Um diese elektrophysiologischen Studien zu vervollständigen, müsste ich noch die Thätigkeit jedes Muskels des Kleinfingerballens entwickeln; aber ich habe in dieser Gegend nur eine einzige neue physiologische Thatsache entdeckt, die verdient bekannt zu werden: nämlich dass der Abductor und Flexor brevis digiti minimi auf die Phalangen des kleinen Fingers in derselben Weise wirken, wie die Interossei, der Abductor brevis und Flexor brevis pollicis, d. h. dass sie die erste Phalanx beugen, während sie die beiden letzten strecken.

§ II. Pathologische Physiologie.

Der erste Mittelhandknochen und die beiden Phalangen des Daumens werden durch die verschiedenen Kräfte, die in entgegengesetztem Sinne auf sie wirken, in ihrer natürlichen Stellung erhalten. Die normale Stellung des Daumens resultirt also aus dem Gleichgewichte aller dieser Kräfte, die in der tonischen Erregung aller den Daumen bewegenden Muskeln bestehen. Wenn nun die tonische Kraft eines oder mehrerer dieser Muskeln in Wegfall kommt, so sieht man

augenblicklich den ersten Mittelhandknochen oder die Phalangen des Daumens fehlerhafte Stellungen einnehmen, wodurch gewisse Verrichtungen der Hand beeinträchtigt oder aufgehoben werden.

Andererseits erfordert auch der Mechanismus der willkürlichen Bewegungen des Daumens immer die synergische Thätigkeit von mehreren der in Rede stehenden Muskeln.

Es fragt sich, welche relative Wichtigkeit die auf den ersten Mittelhandknochen und die beiden Phalangen des Daumens wirkenden Muskeln in diesen Fällen besitzen.

Ich hatte gehofft, dass die elektrophysiologischen Studien, denen ich mich widmete, genügen würden, mir einen Einblick in die functionellen Störungen, die aus der Atrophie oder der partiellen Lähmung dieser Muskeln resultiren mussten, zu verschaffen. Darin hatte ich mich getäuscht; denn unter den Muskeln, die bei denselben Bewegungen mitwirken, giebt es solche, welche bald an der Erhaltung des Gleichgewichtes der Kräfte, woraus die normale Stellung des Daumens resultirt, bald an den für die verschiedenen Verrichtungen der Hand erforderlichen Bewegungen mehr oder weniger activ betheiligt sind. Nur die klinische Beobachtung mit Hülfe des elektrophysiologischen Versuches kann diesen wichtigen Punkt der Muskelphysiologie vollständig aufklären; ich will das durch Thatsachen zu beweisen suchen.

A. — Kommt die Wirkung des Abductor longus und Extensor brevis pollicis in Wegfall, so wird der erste Mittelhandknochen in Adduction gezogen und nähert sich dem zweiten. Diese fehlerhafte Stellung des ersten Mittelhandknochens schadet dann beträchtlich den Verrichtungen der Hand. — Aus dieser klinischen Thatsache erhellt die Nützlichkeit dieser Muskeln.

232. Wenn der erste Mittelhandknochen in seiner normalen Stellung ist, so findet sich der Daumen nach aussen vom Zeigefinger gestellt (s. Fig. 33) und stört er die Beugung der übrigen Finger nicht. Diese Stellung des ersten Mittelhandknochens kommt durch die tonische Kraft der Antagonisten derjenigen Muskeln des Daumenballens zu Stande, welche die Opposition des ersten Mittelhandknochens bewirken (durch die tonische Kraft des Abductor longus und Extensor brevis pollicis).

In Folge der Lähmung des Extensor brevis und Abductor longus pollicis, die bei der Bleilähmung des Vorderarmes ziemlich gewöhnlich ist, sieht man stets den ersten Mittelhandknochen die Adductionsstellung einnehmen und sich in eine Richtung, die mit dem Radius fast parallel geht, stellen. Daraus folgt, dass der Daumen in die Hohlhand fällt (s. Fig. 38) und zwar um so mehr, als mit dem Extensor brevis pollicis der Strecker der ersten Phalanx gelähmt ist und dieser die Wirkung der Muskeln des Daumenballens, die sich an beide Seiten der ersten Daumenphalanx anheften und sie in Beugestellung ziehen, nicht mehr mässigen kann.

Fig. 38.

Will dann der Kranke die Hand schliessen, so findet sich sein Daumen zwischen den Fingern und der Hohlhand gefangen, es sei denn, dass er die Vorsicht gebraucht hat, vorher seinen Extensor longus zu contrahiren, durch den der Daumen und der erste Mittelhandknochen in Streckstellung geführt wird.

Diese fehlerhafte Stellung des ersten Mittelhandknochens und die Unmöglichkeit, mit demselben Abductionsbewegungen auszuführen, beeinträchtigen die meisten Verrichtungen der Hand.

233. Wenn nur einer von beiden Muskeln, entweder der Abductor longus oder Extensor brevis pollicis gelähmt ist, so sind die daraus resultirenden Functionsstörungen bei weitem nicht so schwer, weil sie sich bis zu einem gewissen Punkte vertreten können. Wenn nämlich der Extensor brevis pollicis seine Thätigkeit eingebüsst hat, so verharrt der erste Mittelhandknochen in einer geringeren Abductionsstellung und grösseren Beugung gegen den Carpus, ferner die erste Phalanx in einer grösseren Neigung gegen ihren Mittelhandknochen', als im Normalzustande. Ist der Abductor pollicis der gelähmte Muskel, so neigt sich der Mittelhandknochen nicht so stark nach vorn gegen den Carpus und begiebt sich mehr in Adductionsstellung; aber die erste Phalanx verharrt in ihrer normalen Stellung.

Die Lähmung des Extensor brevis stört die Verrichtungen des Daumens weit mehr, als die des Abductor longus pollicis, denn sie hat das Zurückfallen des Daumens in die Hohlhand durch überwiegende Wirkung der Beuger der ersten Phalanx zu Folge und

Fig. 38. Pathologische Stellung des Daumens in Folge von Lähmung des Extensor brevis und Abductor longus pollicis.

beraubt den Daumen seiner Streckung, die bei dem Mechanismus gewisser Bewegungen des Daumens, wie z. B. um beim Schreiben, Zeichnen u. s. w. den Strich zurückzuführen, so nützlich ist.

Die Erscheinungen, die ich eben auseinander gesetzt habe, habe ich an Individuen beobachtet, die in Folge von Bleilähmung bald den Extensor brevis pollicis, bald den Abductor longus verloren hatten, was mir gestattete, für jeden dieser beiden Muskeln den Grad der Nützlichkeit abzuschätzen.

B. — **Der Ausfall des Extensor longus pollicis verursacht eine Ungeschicklichkeit bei gewissen Bewegungen der Hand ohne ihre Hauptverrichtungen zu verhindern, weil die Muskeln, denen er seine Sehne leiht, bei der Gegenstellung des Daumens noch so gut wie vorher functioniren.**

234. Wenn der Extensor longus pollicis gelähmt ist, beobachtet man folgendes: in der Ruhe ist der erste Mittelhandknochen mehr nach vorn und innen gegen den Carpus geneigt als im Normalzustande; die zweite Phalanx des Daumens bleibt immer gegen die erste gebeugt, selbst wenn der erste Mittelhandknochen in Abduction und die erste Phalanx in Streckung versetzt sind; die zweite Phalanx kann dann nur während der Adduction des ersten Mittelhandknochens und der Beugung der ersten Phalanx des Daumens gestreckt werden.

Die so eben berichteten pathologischen Erscheinungen finden in den Thatsachen ihre Erklärung, die hinsichtlich der besonderen Wirkung des Extensor longus pollicis aus meinen elektrophysiologischen Experimenten hervorgehen. So entsteht bei der Lähmung des Extensor longus pollicis die übermässige Beugung des ersten Mittelhandknochens in der Muskelruhe durch überwiegende Wirkung des Abductor longus pollicis und der Muskeln des Daumenballens, die nun nicht mehr durch ihren Antagonisten, den Extensor longus pollicis, gehemmt werden. Wenn dabei die Streckung der zweiten Phalanx trotz der Lähmung des Extensor pollicis noch möglich ist, so liegt dies daran, dass noch ein zweiter Streckmuskel dieser Phalanx existirt, und dass dieser Streckmuskel derjenige ist, der gleichzeitig die Beugung und Seitwärtsneigung der ersten Phalanx und die Adduction des ersten Mittelhandknochens besorgt (der Abductor brevis und die äussere Portion des Flexor brevis pollicis).

235. Die gebeugte Stellung der zweiten Phalanx verursacht eine geringe Unbequemlichkeit bei der Beugebewegung des Zeigefingers, der dabei dem Daumen begegnet, wenn der Kranke seinen ersten Mittelhandknochen zu entfernen vergisst.

Die Unmöglichkeit, die letzte Phalanx des Daumens während der Streckung der ersten auszustrecken, ist nur bei gewissen Verrichtungen der Hand eine Ursache der Ungeschicklichkeit und zwar in allen den — übrigens häufig vorkommenden — Fällen, wo der Daumen gleichzeitig gestreckt und nach aussen geführt werden soll. So kann das Individuum die beiden Branchen einer Scheere, in deren Ringe es seinen Daumen und Zeigefinger eingeführt hat, nicht leicht von einander entfernen, und es macht ihm Schwierigkeit, grosse oder umfangreiche Gegenstände, die auf einer horizontalen Unterlage liegen, mit seiner kranken Hand zu erfassen.

Durch die Lähmung des Extensor longus pollicis wird beim Schreiber, Zeichner u. s. w. der Mechanismus der Daumenbewegungen in keiner Weise gestört; die Muskeln, die ihm seine Sehne für die Streckung der zweiten Phalanx bei der Gegenstellung des Daumens entlehnen, functioniren deshalb nicht weniger gut. Diese Thatsache beweist, — was übrigens schon durch den elektrophysiologischen Versuch festgestellt wurde, — dass der Extensor longus pollicis dieser Verrichtung der Hand gänzlich fremd bleibt.

C. — Wie das elektrophysiologische Experiment, beweist auch die klinische Beobachtung, dass keiner der folgenden Muskeln: Abductor longus, Extensor longus und Extensor brevis pollicis, eine merkliche Wirkung auf die Supination entfaltet.

236. Winslow und alle Anatomen nach ihm hatten geglaubt, dass der Abductor longus pollicis an der Supinationsbewegung grossen Antheil nähme. Auch dem Extensor longus und Extensor brevis pollicis hatte man dieselbe Wirkung zuertheilt.

Die klinische Beobachtung ergiebt in Bestätigung des oben berichteten elektrophysiologischen Experimentes (s. 219), dass die Ansicht der Anatomen irrthümlich ist. Folgendes ist der Beweis.

Ein mit progressiver Muskelatrophie behafteter Mann hatte seine Supinationsmuskeln eingebüsst; man constatirte dies durch die locale Faradisation und durch die Unmöglichkeit, in der er sich befand, willkürlich die Supination auszuführen. Die vollkommen gesunden Pronationsmuskeln erhielten die Hand in Pronationsstellung. Der

Abductor longus, Extensor brevis und Extensor longus pollicis waren ziemlich voluminös und contrahirten sich willkürlich mit grosser Energie. Wenn ich ihm aufgab, seine Hand in Supinationsstellung zu bringen, so blieb sein Bemühen nicht bloss ohne Erfolg, sondern es fehlte auch jede synergische Contraction der von der Ulna zum ersten Mittelhandknochen und zu den Phalangen des Daumens gehenden Muskeln.

Diese letztere Erscheinung, nämlich das Ausbleiben einer Contraction des Abductor longus, Extensor longus und Extensor brevis pollicis bei seinen Supinationsanstrengungen, bewies mir, dass diese Muskeln nicht einmal Hülfsmuskeln der Supination waren. Und diese Thatsache wurde um so augenscheinlicher, da die Beugung des Vorderarmes gegen den Oberarm bei demselben Kranken nur von Muskeln bewerkstelligt wurde, die für gewöhnlich nur Hülfsmuskeln dieser Bewegung sind. So konnte er trotz des Verlustes seiner natürlichen Beugemuskeln des Vorderarmes gegen den Oberarm, durch Contraction aller der vom Condylus internus entspringenden Muskeln den gestreckten Vorderarm noch beugen, wenn er seine Hand vorher energisch in forcirte Pronationsstellung gebracht hatte. Ganz ebenso hätten sich sicher in Abwesenheit der Supinationsmuskeln die Muskeln, die von der Rückseite der Ulna zum ersten Mittelhandknochen und zu den Phalangen des Daumens gehen, bei den Bemühungen, die der Mann machte, um seine Hand in Supination zu stellen, contrahirt, wenn sie wirklich Hülfsmuskeln dieser letzteren Bewegung gewesen wären.

Ueberhaupt habe ich an anderen Individuen die pathologischen Erscheinungen, von denen ich eben sprach, genügend oft beobachtet, um mich berechtigt zu halten zu behaupten, dass der Abductor longus, Extensor brevis und Extensor longus pollicis den Supinationsbewegungen vollständig fremd bleiben.

237. Wenn die Anatomen dem Abductor longus, Extensor longus und Extensor brevis pollicis eine Wirkung auf die Supination zuschrieben, so gründeten sie sich ohne Zweifel auf die schief nach abwärts und unten gehende Richtung dieser Muskeln gegen den Radius. Und dann konnte auch das an der Leiche angestellte Experiment ihrer Meinung einen Anschein von Wahrheit verleihen. Wenn man nämlich die genannten Muskeln präparirt und an ihnen in ihrer Richtung von der Ulna gegen den Radius einen starken Zug übt, so sieht man, nachdem ihre Wirkung auf den Mittelhandknochen und den Daumen erschöpft ist, eine Supinationsbewegung eintreten.

Wie kommt es also, dass die Muskeln unter physiologischen Verhältnissen einen solchen Einfluss auf die Supination nicht mehr besitzen? Sollten sie etwa, nachdem sie ihre besondere Wirkung auf den Daumen und den ersten Mittelhandknochen geleistet haben, sich in solcher Verkürzung befinden, dass sie sich unter physiologischen Verhältnissen nicht mehr weiter zusammenziehen können? Dies ist die einzige Art und Weise, wie man die Erscheinung erklären kann.

238. Uebrigens war es für die freie Ausübung ihrer Function wichtig, dass ihre Wirkung auf den Daumen von den Supinationsbewegungen unabhängig war. Man wird nämlich bemerken, dass die Hand, sobald sie in Wirkung treten sollen, fast immer in Pronation oder halber Pronation steht. Wenn sie nun nicht im Stande gewesen wären, sich einigermassen energisch zu contrahiren, ohne die Supination zu bewirken, so wäre daraus ein sehr störender Antagonismus für diese gewohnheitsmässige Stellung der Hand entstanden.

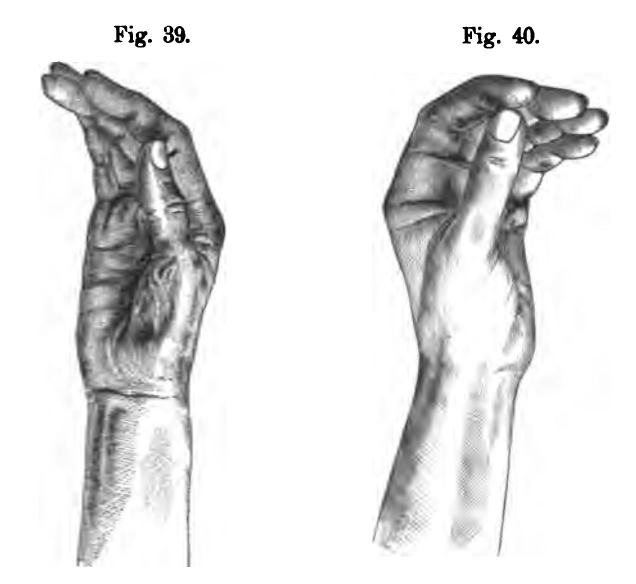
Hier also hat sich die Natur, indem sie die Muskeln der Macht beraubte, die Supination der Hand zu erzeugen, ebenso umsichtig bewiesen, wie in dem anderen Falle, wo wir sahen, dass sie die physiologische Wirkung des Flexor sublimis und profundus, die bei den meisten Verrichtungen der Hand functioniren sollen, während die ersten Phalangen eine Streckbewegung auszuführen haben, auf die Beugung der beiden letzten Phalangen beschränkte.

D. — **Bei Ausfall der Wirkung der Daumenballenmuskeln giebt der erste Mittelhandknochen dem tonischen Uebergewicht des Extensor longus pollicis nach und nimmt eine Streckstellung an. — Dieses tonische Uebergewicht des Extensor longus pollicis zeigt sich in diesem Falle auch dann noch, wenn sich der Muskel in Gemeinschaft mit den Abductoren des ersten Mittelhandknochens zusammenzieht. — Es sind folglich die Beuger des ersten Mittelhandknochens (die Muskeln des Daumenballens) die nothwendigen Moderatoren des Extensor longus pollicis während der Streckung der letzten Phalanx durch diesen Muskel.**

239. Sobald die Muskeln des Daumenballens zu atrophiren beginnen, bemerkt man, dass der erste Mittelhandknochen in der

Muskelruhe in einer weiter zurückliegenden Ebene liegt, als im Normalzustande, und dass er die Tendenz zeigt, sich in die Ebene des zweiten Mittelhandknochens zu begeben. Ein Beispiel der Art zeige ich auf Fig. 39, einem Individuum im Anfangsstadium der progressiven Muskelatrophie entnommen, bei dem der Abductor brevis pollicis verschwunden war. Dies ergab die elektrische Untersuchung und ist in Fig. 39 an der Depression zu erkennen, die in der Gegend des Muskels auf der Eminentia thenar vorhanden ist.

Fig. 39. Fig. 40.



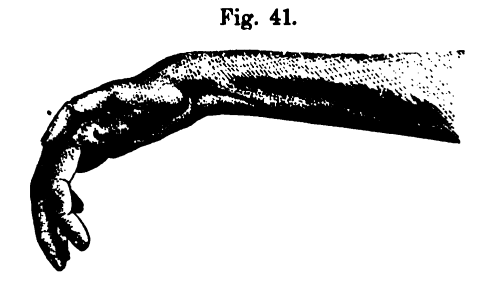
Man sieht ausserdem, dass der erste Mittelhandknochen dem zweiten zu sehr genähert ist. Die Veränderung in der Stellung des ersten Mittelhandknochens wird auffälliger, wenn man Fig. 39 mit Fig. 40 vergleicht, welche die andere gesunde Hand desselben Individuums in ihrer normalen Stellung während der Ruhe darstellt.

Fig. 39. Rechte Hand eines Individuums mit progressiver Muskelatrophie in einem wenig vorgerückten Stadium. Der M. abductor brevis und opponens pollicis sind atrophirt, wie sich durch die elektrische Untersuchung und die Depression der Eminentia thenar herausgestellt hat. In Folge davon hat sich der erste Mittelhandknochen dem zweiten mehr genähert.

Fig. 40. Linke gesunde Hand desselben Individuums, bei welcher die Oberflächenlinie der Eminentia thenar mit der Depression an derselben Stelle, die man auf Fig. 39 sieht, contrastirt. Man sieht ferner, dass auf Fig. 40 der erste Mittelhandknochen von dem zweiten weiter entfernt ist als auf Fig. 39.

Wenn alle Muskeln, die bei der Opposition des Daumens zu sammenwirken, seit genügend langer Zeit vollkommen zerstört sinc wie man es beispielsweise auf Fig. 41 sieht, so ist die Eminenti thenar vollkommen abgeplattet, und der erste Mittelhandknoche liegt in derselben Ebene wie der zweite, sein unteres Ende ist sog bisweilen hinter ihm ge legen. Endlich bilden die Knochen mit dem Carp einen stumpfen Wink nach vorn; der erste Mitt handknochen steht jedo weder mehr nach auss noch mehr nach innen a im Normalzustande. D Daumen folgt nothwendige Weise dem ersten Mittel handknochen, seine Phalangen aber bewahren ihre normale Stellung Dies sind Erscheinungen, die ich häufig beobachten konnte.

Fig. 41.



Die pathologische Stellung des ersten Mittelhandknochens ent steht durch das tonische Uebergewicht des Extensor pollicis longu da derselbe nach meinen elektrophysiologischen Untersuchunge nicht allein die beiden Daumen-Phalangen streckt, sondern auch de ersten Mittelhandknochen und den Daumen schief nach hinten un innen führt.

240. Aus folgendem Versuche ergiebt sich die besonde Wirkung des Extensor longus pollicis auf den ersten Mittelhan knochen. Wenn der Daumen in seiner natürlichen Stellung und de Fingern nicht opponirt steht, kann man normaler Weise seine zwei Phalanx gegen die erste strecken, ohne dass der erste Mittelhan knochen in Bewegung versetzt wird; bei dem Manne, der den M abductor brevis und flexor brevis pollicis verloren hat, ist dies un möglich, denn die leichteste willkürliche Streckung seiner zweit Daumenphalanx ertheilt dann dem Daumen und seinem Mittelhan

---

Fig. 41. Hand eines Mannes, bei dem die Muskeln des Daumenballe durch die progressive Muskelatrophie vollkommen zerstört worden sind. W man sieht, ist der erste Mittelhandknochen durch die Zugwirkung des Extens longus pollicis, der noch vorhanden und der Antagonist der die Oppositi des Daumens bewirkenden Muskeln ist, auf dieselbe Ebene wie der zwei Mittelhandknochen gebracht worden. Das untere Ende des ersten Mittelhan knochens liegt sogar hinter dem zweiten. Der Extensor longus pollicis ist hi stärker retrahirt wie auf Fig. 42.

knochen eine Massenbewegung in der Richtung der Wirkung des Extensor longus pollicis.

Daraus muss man also schliessen, dass die isolirte Streckung der zweiten Daumenphalanx physiologischer Weise nicht geschehen kann ohne die synergische Contraction des M. abductor brevis und flexor brevis pollicis. Im Normalzustande findet dieselbe statt, wie man an sich selber beobachten kann; wenn man nämlich willkürlich die zweite Daumenphalanx gegen die erste streckt, so contrahiren sich die Muskeln des Daumenballens, und der erste Mittelhandknochen macht unter dem Einfluss der synergischen Contraction dieser Muskeln manchmal sogar eine kleine Oppositionsbewegung, wenn die Streckung der Phalanx mit einiger Kraft geschieht; wenn dagegen dieselbe Phalanx auf mechanische Weise gestreckt wird, d. h. wenn die Nervenerregung durch den Willen mit der Streckung der Phalanx nichts zu thun hat, so entdeckt man in den Muskeln des Daumenballens nicht die geringste Contraction mehr.

Wer hätte wohl errathen, dass eine so einfache Bewegung wie die Streckung der zweiten Daumenphalanx physiologischer Weise nicht ohne die synergische Contraction mehrerer Muskeln des Daumenballens geschehen kann, wenn es nicht durch die klinische Beobachtung erwiesen worden wäre! Für die Meinung, die ich schon ausgesprochen habe, nämlich, dass die willkürliche Nervenerregung nur selten oder vielleicht niemals ihre Wirkung auf einen Muskel beschränkt, giebt diese Thatsache einen weiteren Beweis.

Alles in Allem wird durch diese pathologischen Erscheinungen bewiesen, dass die Mm. opponens und flexor brevis pollicis die Antagonisten oder vielmehr die Moderatoren des Extensor longus pollicis in Bezug auf den ersten Mittelhandknochen sind, denn ohne sie würde jede Streckung der zweiten Phalanx nothwendiger Weise die Streckung des ersten Mittelhandknochens mit sich führen und die Oppositionsbewegungen dieses Knochens verhindern.

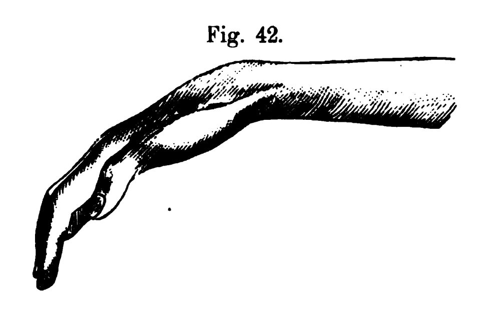
241. Ebenso wie in Folge der Atrophie seiner Abductoren (Abductor longus und Extensor brevis pollicis) der erste Mittelhandknochen in Adduction gezogen wird, wie man gesehen hat, ebenso müsste auch die Zerstörung der Adductions- und Oppositionsmuskeln (Adductor, Abductor brevis, Flexor brevis und Opponens pollicis), die diesen Knochen in eine mehr oder weniger beträchtliche Adduction oder Opposition versetzen, seinen Abductoren das Uebergewicht verschaffen. Die klinische Beobachtung lehrt uns aber, dass dies nicht der Fall ist, denn man sieht in diesem Fall immer, dass

der Extensor longus auf den ersten Mittelhandknochen im Sin seiner Thätigkeit wirkt, d. h. ihn dem zweiten Mittelhandknoch nähert und ihn gleichzeitig streckt.

Auch bei den willkürlichen Bewegungen, die durch die co binirte Contraction des Extensor longus pollicis und der Abducto des Daumens stattfinden, macht sich dasselbe Uebergewicht (Wirkung des ersteren geltend. Wenn man also die Kranken, l denen die Muskeln des Daumenballens atrophirt sind, veranlas ihren Mittelhandknochen in Abduction zu bringen und gleichzei die letzte Phalanx des Daumens zu strecken, so gehorcht der Mitt handknochen der Wirkung des Extensor longus und wird unwid stehlich in die Streckstellung gezogen; verzichtet aber der Kran darauf, während er den Daumen nach Aussen bringen will, sei letzte Phalanx zu strecken, so macht der erste Mittelhandknoch augenblicklich seine Abductionsbewegung.

242. Wenn die Atrophie der Muskeln des Daumenballens ei gewissen Grad erreicht hat, so verleiht die überwiegende tonisc Wirkung des Extensor longus pollicis der Hand des Menschen der Muskelruhe das Ansehen einer Affenhand. Es stellt sich nä lich nicht allein der erste Mittelhandknochen in die Ebene (zweiten Mittelhandknochens, sondern der Daumen führt auch ei Rotationsbewegung um seine Längsaxe in entgegengesetzter Richtu zu der Drehung, die er durch die an die Aussenseite der erst Phalanx gelangenden Mu keln erhält, aus. Daraus fol dass die vordere Fläche (Daumens gerade nach vo sieht, wie die der übrig Finger.

Fig. 42.

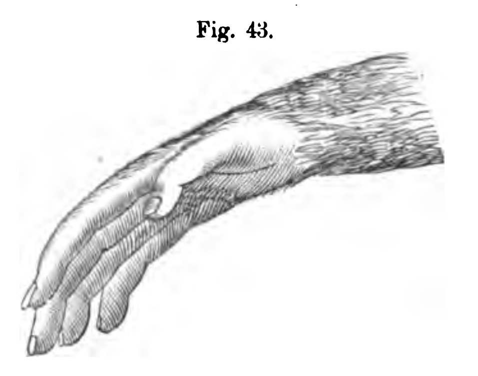


Die Fig. 42 stellt (Hand eines Kranken, na der Natur gezeichnet, v

Fig. 42. Die Figur stellt eine menschliche Hand vor, bei der die Musk des Daumenballens seit mehreren Jahren fast ganz atrophirt sind. Folge dessen hat sich durch die nicht mehr gemässigte tonische Wirkung Extensor longus pollicis der erste Mittelhandknochen auf dieselbe Ebene der zweite Mittelhandknochen gestellt, und sich so um seine Längsaxe gedre dass die Rückenfläche des Daumens nach hinten sieht. Man wird bemerk dass die Daumenstellung an dieser Hand mit der Daumenstellung beim A eine grosse Aehnlichkeit hat.

bei der die Muskeln des Daumenballens zum grossen Theil seit mehreren Jahren atrophirt waren. Man sieht, dass der Daumen in Folge der Zugwirkung des Extensor longus seine Oppositionsstellung vollkommen verloren hat, dass er sich in die Ebene der Mittelhandknochen gestellt hat und gewissermassen nur einen Finger, wie die anderen auch, bildet. Seine Hand hat sich gewissermassen in eine Affenhand verwandelt, wie man beim Vergleich mit Fig. 43, die nach der Hand eines Affen gezeichnet ist, sehen kann.

Fig. 43.



243. Die Zoologen philosophischer Richtung haben dem Unterschied der Länge des Daumens beim Menschen und beim Affen eine grosse Wichtigkeit beigemessen und daraus ein unterscheidendes Merkmal gemacht.

„Die Vollendung der Hand beim Menschen", sagt Prof. Owen, „ist eines seiner eigenthümlichsten physischen Merkmale. Diese Vollendung ist hauptsächlich durch die sehr verschiedene Beschaffenheit des ersten Fingers im Vergleich zu den vier übrigen bedingt, die es möglich macht, dass er sich als vollkommener Daumen den andern Fingern entgegenstellen kann. Ein gegenstellbarer Daumen findet sich an der Hand vieler Vierhänder, ist aber gewöhnlich nur ein Appendix im Vergleich zu dem des Menschen. Verhältnissmässig grösser ist er beim Gorilla; der Daumen reicht bei diesem Affen bis etwas unter die erste Phalanx des Zeigefingers, er erreicht nicht ganz das untere Ende des Mittelhandknochens des Zeigefingers beim Chimpanse, Orang oder Gibbon. Verhältnissmässig noch kürzer ist er bei den tiefer stehenden ungeschwänzten Affen. Beim Menschen erstreckt sich der Daumen bis über die Mitte der ersten Phalanx des Zeigefingers.*)"

Fig. 43. Affenhand in derselben Seitenansicht, wie die verunstaltete menschliche Hand, die in Fig. 42 abgebildet ist. Beim Affen wird die Hand durch das normale tonische Uebergewicht des Extensor longus pollicis abgeplattet, so dass sie immer zum Klettern bereit ist; diese angebliche Hand ist also nur eine Pfote (Vrolik, Chimpanse).

*) Nach einem französischen Auszuge aus den Annals and Magazine of natural history, 3. Folge Nr. XIII, Nov. 1859, p. 577.

Wie man sieht, besteht nach Owen kein sehr grosser Längenunterschied zwischen dem Daumen des Gorilla, des Orang, des Chimpanse und demjenigen des Menschen. Der Daumen dieser Affen ist sehr oppositionsfähig und würde zur Noth die Functionen erfüllen, die der Daumen des Menschen besitzt, wenn er alle seine Bewegungen besässe und hauptsächlich, wenn er von derselben Intelligenz geführt würde.

244. Auch nicht durch die willkürlichen Oppositionsbewegungen des Daumens unterscheidet sich die Hand des Menschen von der des Affen. Spurzheim lehrte sogar, dass der Affe diese Bewegungen mit ebenso grosser Leichtigkeit und fast ebenso vollständig wie der Mensch ausführt.

Nach meiner Meinung findet man die hauptsächlichen unterscheidenden Merkmale der menschlichen Hand in der Stellung des Daumens. Da nämlich beim Menschen während der Muskelruhe der Daumen in halber Oppositionsstellung gehalten wird (s. Fig. 34), so steht er in Folge seiner Stellung zum Zeige- und Mittelfinger immer in Bereitschaft, entweder die Feder zu halten, die seine Gedanken ausdrückt, oder das Instrument, mit dem er jene Wunder manueller Geschicklichkeit, die seine Phantasie geschaffen hat, ausführt. Die Stellung des Daumens in der Ruhe zeigt also beim Menschen an, dass die Hand dazu bestimmt ist, seiner hohen Intelligenz zu dienen.

Beim Affen dagegen erinnert die Hand im Ruhezustande an das Thier (s. Fig. 43), sie zeigt an, dass er die Bestimmung hat, auf vier Füssen zu laufen oder auf Bäumen zu klettern. Die continuirliche Streckstellung ihres ersten Mittelhandknochens nämlich, jene Stellung, die während der Muskelruhe durch die überwiegende tonische Wirkung des Extensor longus entsteht, gestattet dem Affen, seine Hand ohne Anstrengung oder Ermüdung platt auf den Boden zu setzen.*)

Wenn der Mensch dazu bestimmt wäre, zu klettern oder auf den Händen zu laufen, so wäre sein Daumen in dieselbe Stellung gestellt worden, wie beim Affen. Er müsste, um die Hand platt auf den Boden zu setzen, den Extensor longus pollicis kraftvoll und [illegible]ürlich contrahiren, und dies würde ihn bald sehr ermüden.

---

*) Es ist jedoch zu bemerken, dass sich der Gorilla beim Gehen auf vier gewöhnlich auf die Rückenfläche seiner Hände zu stützen scheint.

E. — **Trotz ausfallender Wirkung des Abductor brevis und Opponens pollicis besitzt die äussere Portion des Flexor brevis pollicis noch das Vermögen, den Daumen jedem einzelnen Finger entgegenzustellen; — da aber der erste Mittelhandknochen dabei nicht genügend nach vorn geneigt ist, so kann das Ende des Daumens mit den anderen Fingerspitzen nicht in Berührung gebracht werden, ohne dass an den Fingern die beiden letzten Phalangen gebeugt und zugleich die ersten Phalangen gestreckt werden. Gewisse Hauptverrichtungen der Hand werden durch diese Stellung beeinträchtigt oder aufgehoben.**

245. Es hatte sich oben (s. S. 169) mit Hülfe der elektrophysiologischen Versuchsweise herausgestellt, dass die beiden Muskelbündel, die sich an die Aussenseite der ersten Daumenphalanx begeben, nicht nur den ersten Mittelhandknochen dem zweiten entgegenstellen, sondern dass sie auch die erste Phalanx beugen und seitlich gegen den ersten Mittelhandknochen neigen, dass sie ferner die zweite Phalanx strecken, so dass sie sie jedem einzelnen Finger entgegenstellen können.

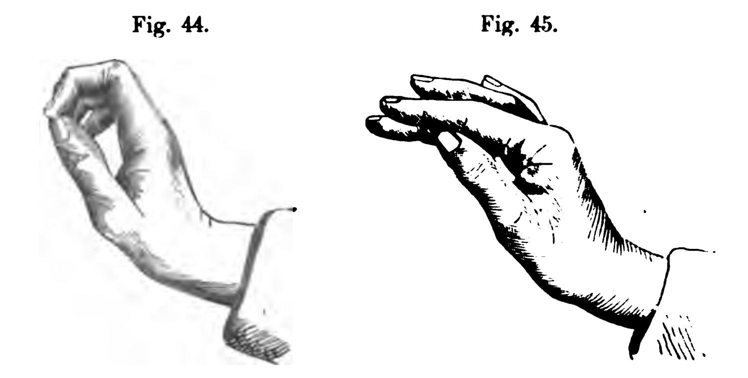
Es fragt sich nun aber, welchen vergleichsweisen Grenzwerth die Wirkung dieser beiden Muskelbündel, nämlich des Abductor brevis und der äusseren Portion des Flexor brevis pollicis, auf die Ausführung dieser Bewegungen hat, oder vielmehr, wie gross ihre relative Wichtigkeit bei den Verrichtungen der Hand ist. Darüber giebt die klinische Beobachtung weit besseren Aufschluss als die elektrophysiologische Versuchsweise.

246. Um zu beurtheilen, was die Portion des Flexor brevis pollicis, die sich zur Seite der ersten Phalanx begiebt, unter dem Einfluss des Willens leisten kann, musste ich untersuchen, wie die Opposition des Daumens geschieht, wenn er seinen Abductor brevis nicht mehr besitzt. Die isolirte Atrophie oder Lähmung dieses Muskels habe ich häufig genug beobachtet, um die Functionsstörungen genau zu analysiren, die daraus folgen und die ich hier berichten will.

Ein Individuum, bei dem der Abductor brevis und Opponens pollicis atrophisch oder gelähmt sind, kann noch den Daumen jedem einzelnen Finger gestreckt entgegenstellen. Wenn er ihn gegen den kleinen Finger neigt, so fühlt man das äussere Bündel des Flexor brevis pollicis in Contraction gerathen, und führt er ihn dem Zeige-

finger entgegen, so constatirt man eine Contraction des Abductor longus pollicis. Die Entfernung des Daumens von der Spitze des ausgestreckten Zeigefingers beträgt in gespreizter Stellung auf der kranken Seite ungefähr 10 cm. (beim Erwachsenen und bei mittelgrosser Hand), während auf der gesunden Seite das Maximum dieser Entfernung des Daumens unter der Wirkung seines Abductor brevis ungefähr 16—17 cm. beträgt. Bei der Anstrengung, die der Kranke macht, den Daumen vom Zeigefinger zu entfernen, sieht man die obersten Fasern des äusseren Bündels des Flexor brevis pollicis und fühlt, dass der Abductor longus pollicis sich synergisch contrahirt. Der Kranke kann zwar seinen Daumen vom Index vermittelst des Abductor longus pollicis noch weiter entfernen, dann hört aber das äussere Bündel des Flexor brevis auf, sich zu contrahiren, und der Daumen

Fig. 44. Fig. 45.



steht selbst zum Zeigefinger nicht mehr in Opposition, sondern ist vielmehr nach aussen von demselben placirt.

247. Um das Ende seines ausgestreckten Daumens mit den Fingerspitzen in Berührung zu bringen, ist er gezwungen, die beiden letzten Phalangen der Finger zu beugen (s. Fig. 44); sobald er aber diese letzten Phalangen streckt und die ersten Phalangen beugt, so kann der Daumen ihnen nicht mehr folgen; sein Ende befindet sich

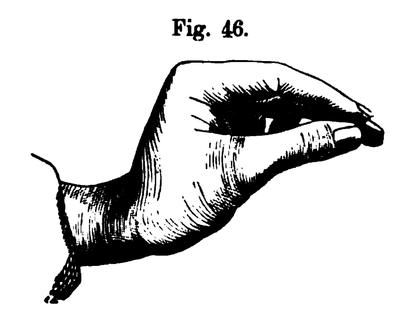
---

Fig. 44 u. 45. Hand eines Individuums, bei dem die Mm. abductor brevis und opponens pollicis atrophisch sind. Wenn der Kranke bei gebeugten ersten Phalangen des Zeige- und Mittelfingers und bei Streckung der beiden letzten Phalangen gegen die ersten das Ende seines Daumens mit dem der übrigen Finger in Berührung bringen wollte, so reichte er mit dem ersteren nur bis zur Gelenkverbindung der zweiten Phalangen mit den ersten des Zeigefingers und des Mittelfingers, wie in Fig. 45; er war dann gezwungen, die Finger in die Stellung zu bringen, die man auf Fig. 44 sieht.

dann kaum in der Gegend des Gelenkes der zweiten mit der dritten Fingerphalanx (s. Fig. 45). Man kann constatiren, dass die Unmöglichkeit, in der er sich befindet, die Kuppen seines Daumens und der übrigen Finger in Berührung zu halten, von dem geringen Umfange kommt, den die Beugung des Daumens und seines Mittelhandknochens nach vorn hat.

Dagegen sieht man auf der gesunden (linken) Seite, wenn man ihn die Finger mit dem Daumen zusammenbringen lässt, wie auf Fig. 46, dass er die beiden letzten Phalangen seiner Finger strecken und die ersten gegen die Mittelhandknochen beugen kann, ohne dass die Pulpa seines Daumens aufhört, mit der der übrigen Finger in Berührung zu stehen. Dies kommt daher, dass der Daumen und sein Mittelhandknochen auf dieser Seite viel weiter nach vorn geneigt ist als auf der anderen, wie man auf der Figur sehen kann (s. Figg. 44–46). Diese grössere Anteflexion des Daumens und seines Mittelhandknochens auf Fig. 46 wird durch die energische Contraction des Abductor brevis pollicis bewirkt, dessen Hautabriss sich auf der Eminentia thenar abzeichnet. Der Vorsprung an dieser Stelle contrastirt mit der Depression, die der Daumenballen der kranken Seite an der von dem Abductor brevis eingenommenen Stelle zeigt (s. Figg. 44 u. 45). Dabei stellen sich der Daumen und sein Mittelhandknochen, während sie sich nach vorn neigen, in eine derartig schiefe Richtung von unten und hinten nach oben und vorn, dass sie die gleiche Länge bieten wie die gestreckten und gegen die Mittelhandknochen rechtwinklig geneigten anderen Finger.

Fig. 46.



Aus einem Rückblick auf diese klinischen Thatsachen und die Functionsstörungen, deren Analyse ich soeben gegeben habe, ergiebt sich, dass das äussere Bündel des Flexor brevis pollicis den Daumen jedem einzelnen Finger entgegenstellen und dabei auch seine zweite Phalanx strecken kann, dass es aber nicht die Macht hat, ihn genügend weit nach vorn zu neigen, wie auf Fig. 46, um sein Ende mit den Spitzen der übrigen Finger zur Berührung zu bringen,

---

Fig. 46. Normale Stellung der menschlichen Hand, während die Kuppen des Daumens und der ausgestreckten übrigen Finger sich berühren und zu einem Bündel zusammengelegt sind.

wenn sie gegen die Mittelhandknochen gebeugt und mit ihren beiden letzten Phalangen gegen die ersten gestreckt sind.

248. Schon die elektrophysiologische Versuchsweise hatte uns gezeigt, dass nur der Abductor brevis pollicis dieses Vermögen besitzt, und dass er diese Bewegung mit Hülfe des Opponens pollicis kraftvoll ausführt; wie die klinische Beobachtung gezeigt hat, ist dies die Hauptfunction des Muskels und ist diese Funktion eine der wichtigsten. Man braucht nämlich nur geringe Aufmerksamkeit, um zu sehen, dass seine Lähmung oder Atrophie eine Beeinträchtigung und Ungeschicklichkeit beim Gebrauch der Hand verursacht.

Man kann übrigens an sich selbst den folgenden Versuch anstellen: Man hält z. B. eine Feder zwischen Daumen und Fingern in der Stellung, die auf Fig. 44 abgebildet ist — es ist, wie man sich erinnert, die Hand eines Kranken, bei dem der Abductor brevis pollicis atrophirt war, woraus die Störungen beim Halten einer Feder oder eines Bleistifts hervorgingen, die so eben berichtet wurden (s. 246 und 247) — und bewahrt diese Stellung beim Schreiben; man wird dann bald die äusserste Unbequemlichkeit und eine solche Ermüdung spüren, dass die Feder den Fingern entgleitet. Wenn man so schreibt, wird man ausserdem bemerken, dass die Länge des Striches beim Vor- und Zurückführen desselben weit kleiner ist, als wenn der Daumen, durch Wirkung seines Abductor brevis weiter nach vorn geneigt, der Streckbewegung der beiden letzten gegen die Mittelhandknochen gebeugten Fingerphalangen folgen kann, wie auf Fig. 46.

Wie man begreift, gibt es noch sehr viel andere Verrichtungen, die durch den Verlust des Abductor brevis pollicis schwer geschädigt werden. So ist ein Individuum, das die Wirkung dieses Muskels eingebüsst hat, z. B. dann sehr ungeschickt, wenn es einen voluminösen Körper zwischen dem Daumen und den übrigen Fingern fassen oder die Finger in eine Dose einführen oder mit den Fingern eine Prise nehmen will. Es ist mit einem Worte in Allem dem sehr wenig geschickt, wozu manuelle Geschicklichkeit erforderlich ist.

249. Schon durch die elektrophysiologische Versuchsweise haben wir eine Vorstellung bekommen, wie gross im Vergleich der Nutzen jedes Muskels, des Abductor brevis oder Opponens pollicis sein muss (s. 225). Ich habe nachgewiesen, dass der M. opponens seine Wirkung nur auf [illegible] Mittelhandknochen übt, während der Abductor [illegible] wie der vorhergehende auf den ersten Mittelhand-



knochen wirkt, sondern gleichzeitig die zweite Daumenphalanx streckt, seine erste Phalanx seitwärts neigt und sie leicht um ihre Axe rotiren lässt, so dass sie die Pulpa des Daumens den Spitzen des zweiten und dritten Fingers, wenn dieselben gegen ihn geneigt sind, entgegenstellt.

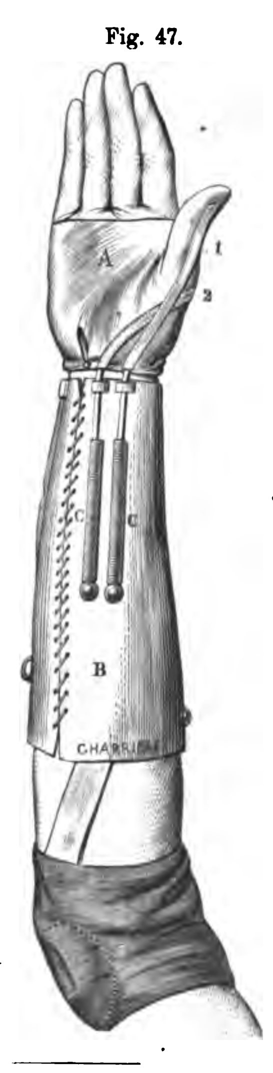
Es sollte scheinen, als ob die combinirte Wirkung des Opponens und des äusseren Bündels des Flexor brevis eine ähnliche Opposition des Daumens bewirken müsste, wie der Abductor brevis. Sollte nicht, während der erstere Muskel den Mittelhandknochen nach vorn gegen die Handwurzel geneigt hält, der zweite durch seine Seitwärtsneigung der ersten Phalanx und Streckung der zweiten im Stande sein, den Daumen dem zweiten und dritten Finger entgegenzustellen, ebenso wie der Abductor brevis?

Diese Vorstellung hat sich in der klinischen Beobachtung nicht bewährt, denn ich constatirte, dass die Individuen, bei denen der Abductor brevis allein atrophirt war, die Oppositionsbewegung nicht mehr ausführen konnten. Sie konnten zwar den ersten Mittelhandknochen in Opposition stellen, aber wenn sie dann die letzte Daumenphalanx strecken wollten in der Absicht, sie den Spitzen des gebeugten zweiten und dritten Fingers entgegenzustellen, wie auf Fig. 46, so wurde der Daumen durch Contraction der äusseren Portion des Flexor brevis etwas nach hinten gezogen und erreichte kaum die zweiten Fingerphalangen, wie in Fig. 45. Daraus ergiebt sich also, dass die combinirte Wirkung des Opponens und des äusseren Bündels des Flexor brevis nicht im Stande ist, die Oppositionsbewegung durch den Abductor brevis pollicis zu ersetzen.

250. Wenn jetzt hinlänglich erwiesen ist, dass der Abductor brevis pollicis der einzige Muskel ist, der die zu den Hauptverrichtungen der Hand nothwendige Opposition des Daumens erzeugt, z. B. beim Halten der Feder, des Pinsels, des Stichels, der Nadel u. s. w., so zeigt die klinische Beobachtung andererseits den grossen Nutzen, den die Mitwirkung des Opponens dem Muskel dabei leistet, den Daumen mit den Spitzen des gebeugten zweiten und dritten Fingers in Berührung zu bringen, wie es in Fig. 46 der Fall ist.

Auf diese Beobachtung wurde ich in folgender Weise geführt. Ein junges Mädchen war von Lähmung der Mm. abductor brevis und opponens pollicis auf der rechten Seite befallen worden und hatte so die Hauptverrichtungen ihrer Hand verloren. Ihr Daumen und erster Mittelhandknochen hatten eine ähnliche Stellung, wie auf Fig. 39 abgebildet ist, d. h. ihr erster Mittelhandknochen war dem

Fig. 47.



zweiten zu sehr genähert und etwas nach hinten erhoben. In Folge dieser Lähmung konnte sie die Nadel nicht mehr halten. Ich versuchte die verlorene Function mit Hilfe eines Apparates wiederherzustellen, der nach den Grundsätzen meines Systemes des mechanischen Ersatzes, das ich mit dem Namen der „physiologischen Muskelprothese" bezeichnet habe, construirt war. Die Grundsätze derselben und die verschiedenen Anwendungen, die ich davon gemacht habe, habe ich an einem anderen Orte dargelegt*).

Dieses System der Muskelprothese, wobei die elastische Kraft (Springfedern mit Metallspirale oder vulcanisirter Kautschuk, vor mir schon von Delacroix**), Gerdy***), Mellet†) und M. Rigal††) angewandt), die Muskeln ersetzen soll, beruht ganz und gar auf der Kenntniss der physiologischen Thatsachen, die durch die elektrophysiologischen und klinischen Untersuchungen, die den Gegenstand dieses Buches ausmachen, an's Licht gebracht worden sind. Der Fall, den ich augenblicklich berichte, ist eine schöne Anwendung davon.

Es handelte sich also hier darum, die Eigenwirkung des Abductor brevis pollicis zu ersetzen, und zu diesem Zwecke versuchte ich die Natur nachzuahmen. Ich befestigte also an einem Handschuh (*A* Fig. 47), der

*) De l'électrisation localisée, 2. édit. p. 828 (3. édit. chap. XVIII p. 1034.)

**) Delacroix. Dictionnaire des sciences médicales, article Orthopédie.

***) Gerdy. Traité des bandages, 2. éd. Paris 1837, t. I p. 359.

†) Mellet. Manuel d'orthopédie, 1835, p. 256.

††) Rigal. Bullet. de l'Acad. de méd. 1840.

Fig. 47. Ersatzhandschuh für den Abductor brevis und Opponens pollicis, zum Ersatz dieser Muskeln, wenn sie gelähmt sind, — *A* Handschuh, nur die Hand und den Daumen bedeckend, *B* Ledermanchette, an der die metallischen Spiralfedern *C* befestigt sind, die dazu dienen, die künstliche Sehne (1), die die Wirkung des atrophischen Abductor pollicis brevis ersetzt, und die künstliche … den ebenfalls atrophirten Opponens pollicis ersetzt, zu spannen.

nur den Daumen der kranken Hand bekleidete, eine Art von künstlichem M. abductor pollicis brevis, dessen Sehne (1) in einer auf die vordere und innere Fläche des Handschuhs aufgenähten Scheide gleitet und der natürlichen Richtung des Abductor brevis folgt, dessen obere Anheftung an seinem anatomischen Ansatzpunkt stattfand (dem oberen und hinteren Ende der zweiten Daumenphalanx; dieses anatomische Verhalten wird im folgenden Artikel nachgewiesen werden). — Wenn ich an dieser künstlichen Sehne zog, so erzeugte ich alle Bewegungen, die dem Abductor brevis pollicis eigenthümlich sind. Die Feder, die diesen künstlichen Mechanismus in Bewegung setzte, befestigte ich an einer Manchette (*B*), die über den Vorderarm gezogen wurde. Die Sehne war hinreichend gespannt, um den Daumen in Opposition zu stellen, so dass seine Kuppe mit den gegen ihn geneigten zweiten und dritten Fingern in Berührung stand.

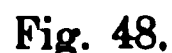


Fig. 48.



Wenn die Kranke die der Oppositionsstellung des Daumens antagonistischen Muskeln contrahirte, so gab die Feder nach; so bald aber diese Contraction aufhörte, nahm der Daumen wieder seine frühere Stellung ein. Sie hatte so alle gelähmten Bewegungen wieder gewonnen und konnte nun nähen oder die Feder halten, wie auf Fig. 48.

Nachdem aber die Kranke eine Zeit lang von ihrem Apparate Gebrauch gemacht hatte, empfand sie in der Gegend des Metacarpo-

Fig. 48. Dieselbe Hand, deren Palmarfläche auf Fig. 46 abgebildet ist, welche mit Hilfe eines Ersatzhandschuhes in normaler Weise die Feder halten und schreiben kann, trotz der Atrophie des Abductor brevis und Opponens pollicis.

Phalangealgelenkes des Daumens einen Schmerz und eine Ermüdung, die augenscheinlich durch die übermässige continuirliche Wirkung bedingt waren, die der künstliche Abductor brevis pollicis auf das Metacarpo-Phalangealgelenk ausübte. Um die Natur nun noch treuer nachzuahmen, kam ich dem künstlichen Abductor brevis pollicis mit einem künstlichen Opponens pollicis zu Hilfe. Die Sehne desselben (2, Fig. 47) war auf demselben Handschuh in der Gegend des unteren äusseren Endes des ersten Mittelhandknochens befestigt und glitt in einer Scheide von der natürlichen Richtung des Opponens; seine Feder wurde an der vorderen Fläche der Manchette *B* befestigt. Wenn ich dann vermittelst dieser Feder die Opposition des ersten Mittelhandknochens bewirkte, so konnte ich die Spannung des künstlichen Abductor brevis pollicis (1) verringern, und von diesem Augenblicke an konnte sich das junge Mädchen ohne Schmerzen und Ermüdung des kleinen Ersatzapparates bedienen. Fig. 48 zeigt, wie sie mit Hilfe dieses Apparates die Feder oder den Pinsel halten konnte, — sie war nämlich Coloristin. — Ihre Lähmung wurde mit Faradisation behandelt; da ihr aber der Apparat den Gebrauch der Hand, besonders zu ihren Nadelarbeiten, wiedergegeben hatte, so unterbrach sie die Behandlung und war nach einigen Monaten geheilt.

F. — **Der Ausfall der Wirkung des Flexor brevis pollicis nimmt dem Individuum die Fähigkeit, den Daumen den zwei letzten Fingern entgegenzustellen. — Dabei ist es wegen Intactheit des Abductor brevis pollicis noch möglich, die Pulpa des Daumens der Spitze des zweiten und dritten Fingers, wenn dieselben gegen ihre Mittelhandknochen gebeugt und in ihren beiden letzten Phalangen gestreckt sind, kräftig entgegen zu stellen; die Hauptverrichtungen der Hand, das Vermögen zu schreiben, zu zeichnen, zu nähen, den Grabstichel zu halten etc., sind erhalten.**

251. Die Atrophie oder Lähmung der äusseren Portion des Flexor brevis pollicis gestattet mit Hilfe der elektrischen Versuchseise ein Urtheil darüber, welche äusserste Wirkung und welchen utzen der Abductor brevis hat, besonders hinsichtlich der Neigung ach vorn, die er dem Daumen und dem ersten Mittelhandknochen rtheilt.

In diesem Falle beobachtet man Folgendes: Bei Faradisation des Opponens wird der erste Mittelhandknochen in Beugung und Adduction gebracht, aber die Phalangen des Daumens erfahren keine Bewegung; die Spitze des Daumens findet sich dann aussen vom Zeigefinger placirt. — Wenn die Elektrode an der Stelle angesetzt wird, die dem Abductor brevis pollicis entspricht, so ist die Bewegung des ersten Mittelhandknochens die gleiche, wie in dem vorhergehenden Experimente, aber die erste Phalanx führt gleichzeitig eine Neigung nach vorn und seitwärts aus, während sich die zweite Phalanx streckt. Dabei ist die Oppositionsbewegung sehr beschränkt, denn bei maximaler Contraction des Muskels entspricht das Ende des Daumens nur etwa dem Mittelfinger.

Dies ist die Grenze der Bewegungen, die man durch elektrische Erregung der Daumenballenmuskeln erhalten kann, während die Reizung des Flexor brevis pollicis auf der gesunden Seite den Daumen noch weiter neigt, so dass seine Kuppe die Basis der ersten Phalanx des kleinen Fingers erreicht. — Auch das Individuum kann dem Daumen der kranken Hand nicht weitere willkürliche Bewegungen ertheilen, als man bei elektrischer Reizung erhält, d. h. es ist nicht im Stande, ihn mit den beiden letzten Fingern in Berührung zu bringen, wie sehr es sich auch anstrengen mag.

Der klinische Versuch bestätigt somit, was sich schon beim elektrophysiologischen Versuche herausgestellt hatte, dass nämlich der Abductor brevis ebenso wie das äussere Bündel des Flexor brevis pollicis den Daumen nach der Seite neigt und seine letzte Phalanx streckt, so dass er den übrigen Fingern opponirt wird. Er beweist ferner, dass die Oppositionsbewegung durch den Abductor brevis pollicis nur bis zur Opposition gegen den zweiten und dritten Finger geht.

Wenn der Abductor brevis pollicis nicht die Macht hat, den Daumen bis zu den beiden letzten Fingern seitlich zu neigen, wie der Flexor brevis pollicis, so besitzt er eine weit wichtigere Eigenschaft, die dem Flexor brevis abgeht: diejenige, den Daumen stark nach vorn zu neigen, eine Eigenschaft, deren Nutzen ich oben dargelegt habe.

252. Die Function des Abductor brevis pollicis ist von grösserem Nutzen wie die des Flexor brevis. Die klinische Beobachtung beweist dies in evidenter Weise. So bedient sich ein Individuum, obgleich es des äusseren Bündels seines Flexor brevis pollicis beraubt ist, seiner Hand noch sehr geschickt beim Schreiben, Zeichnen, mit einem Worte, bei allen Verrichtungen, bei denen die Finger und

der Daumen sich einzeln oder alle zusammen mit ihren Enden berühren müssen, während sie sich strecken; die Unmöglichkeit, in der es sich befindet, den Daumen den beiden letzten Fingern entgegenzustellen, scheint es nicht sehr zu geniren. Im Gegensatz dazu ist ein Individuum, bei dem der Abductor brevis gelähmt ist, das seinen Daumen noch wegen der Intactheit des Flexor brevis pollicis allen vier Fingern entgegenstellen kann, sehr ungeschickt mit der Hand, und wenn die Affection an der rechten Hand besteht, so empfindet es beim Schreiben oder Nähen eine grosse Störung. Ich habe mich davon überzeugt, indem ich versuchte, es mit seinem Daumen und den übrigen Fingern die für diese Function nöthigen Bewegungen ausführen zu lassen.

G. — Die klinische Beobachtung giebt darüber Aufschluss, wie gross der Nutzen des Flexor longus pollicis im Vergleich zu dem des Adductor pollicis ist.

253. Die Individuen, denen die Muskeln des Daumenballens fehlen, bemühen sich immer, die Oppositionsbewegung mit Hilfe des Flexor longus pollicis auszuführen; sie bringen also die zweite Phalanx in starke, die erste in schwache Beugung; ihr erster Mittelhandknochen bleibt trotz aller Anstrengungen, die sie dabei machen, unbeweglich.

Aus dieser Thatsache geht hervor, dass der M. flexor longus pollicis keinerlei Wirkung auf den ersten Mittelhandknochen übt, was sich übrigens schon bei der elektrophysiologischen Versuchsweise ergeben hatte.

254. Wenn dann der Kranke seinen Daumen den übrigen Fingern entgegenstellen will, so bringt er ihre letzten Phalangen in starke Beugung, um ihm entgegenzukommen, und kann auf diese Weise die Spitzen derselben mit der des Daumens in Berührung bringen. Diese Bewegung ist aber schwach und ermüdend, und der Patient kann wegen der Stellung des ersten Mittelhandknochens nichts zwischen dem Daumen und den übrigen Fingern halten.

Figur 49, nach der Natur gezeichnet, giebt von dieser patho- ischen Bewegung eine genaue Anschauung. Es ist die Hand es Individuums, welches den Daumen dem Ringfinger zu oppo- en versucht, und bei dem die Muskeln des Daumenballens voll- kommen atrophisch sind. (Es sind bei diesem Kranken die einzigen

Muskeln, die von der progressiven Muskelatrophie in ihrem Anfangsstadium befallen worden sind.)

Wenn er dabei die zweite Phalanx seines Daumens strecken will, so werden beide Phalangen desselben und der erste Mittelhandknochen durch die Zugwirkung des Extensor longus pollicis in Streckung versetzt und stellen sich nahe an und hinter den zweiten Mittelhandknochen.

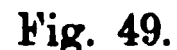


Fig. 49.



Aus dieser klinischen Beobachtung ergiebt sich der geringe Nutzen des Flexor pollicis longus, sobald ihm die Mithilfe der Muskeln des Daumenballens fehlt.

255. Einen genauen Aufschluss über das Maass der Nützlichkeit des Flexor pollicis longus an der menschlichen Hand soll im Folgenden die klinische Beobachtung geben, indem sie die functionellen Störungen aufweist, die in Folge seiner Lähmung oder Abschwächung eintreten.

Ich wurde von einem Graveur consultirt, bei dem durch einen Flaschenscherben die Sehne des Flexor pollicis longus in der Gegend der Mitte der ersten Phalanx etwa vor einem Jahre gänzlich durchtrennt worden und nicht wieder zur Vereinigung gekommen war.

Seine zweite Daumenphalanx konnte nicht willkürlich gebeugt werden, und den Bemühungen, die man machte, sie zu strecken, bot sie nicht den geringsten Widerstand. Der Patient konnte zwischen der Kuppe des Daumens und den übrigen Fingerspitzen nichts fest fassen, ohne dass sich die zweite Daumenphalanx gegen die erste umschlug.

Fig. 49. Hand eines Individuums, bei dem die Muskeln des Daumenballens atrophisch sind, wenn es trotzdem den Daumen in Oppositionsstellung zu den übrigen Fingern bringen will. Der Flexor longus pollicis kann dann die zweite Phalanx in starke, die erste in schwache Beugung bringen, er ist aber nicht im Stande, dem ersten Mittelhandknochen irgend eine Bewegung zu ertheilen, sondern derselbe bleibt unbeweglich. Wie man auf der Figur sieht, könnte der Kranke zwischen seinem in Beugung befindlichen Daumen und den übrigen Fingern nichts festhalten.

Hätte er übrigens auch die Kraft gehabt, den Grabstichel fest zwischen dem Daumen und den übrigen Fingern zu halten, so wäre es ihm doch unmöglich gewesen, ihn von vorn nach rückwärts zu führen, weil er die Beugung seiner zweiten Phalanx eingebüsst hatte, und diese Beugung ist, wie man sich erinnert, unumgänglich für den Mechanismus der Bewegung, die beim Schreiben, Zeichnen, Graviren u. s. w. den Strich von vorn wieder zurück führt (s. 230).

In Folge des Verlustes seines Flexor pollicis longus hatte er seinem Stande als Graveur entsagen müssen und kam nun mich um einen Rath bitten, der seinem Gebrechen abhülfe. Ich füge hinzu, dass er auch nicht schreiben und dabei seine Feder wie gewöhnlich, d. h. zwischen den Spitzen des Daumens und der übrigen Finger, halten konnte. Er fasste sie zwischen die erste Daumen- und die erste Phalanx des Zeigefingers.

Auch sehr viele andere feinere Handverrichtungen waren verloren oder schwer ausführbar, so z. B. eine Stecknadel aufzuheben, eine Nadel zwischen den Fingern zu halten und besonders auch zu nähen.

In zwei anderen analogen Fällen habe ich dieselben functionellen Störungen constatirt.

Ein Pianist kam mich wegen einer Schwäche des rechten Daumens consultiren, die sich nur bei den feineren Verrichtungen der Hand geltend machte. Wenn er in der Absicht, einen kräftigen Ton auf dem Pianoforte hervorzurufen, stark auf die Tasten des Klaviers drückte, so bog sich die zweite Phalanx des Daumens gegen die erste zurück, und er erhielt nur einen schwachen Ton. Er hielt ferner nur mit Schwierigkeit die Feder zwischen seinem Daumen und den übrigen Fingern, und beim Schreiben ermüdete er rasch. Indessen constatirte ich, dass er die zweite Daumenphalanx noch beugen konnte, und dass die Bewegung nur abnorm schwach geschah. Der Patient litt an einer progressiven Muskelatrophie, die schon einige Rumpfmuskeln zerstört hatte, und nun begann sein Flexor pollicis longus atrophisch zu werden. Ich konnte den Kranken ziemlich lange verfolgen und habe später bei vollständiger Atrophie seines Flexor pollicis longus constatirt, dass sie dieselben functionellen Störungen bedingte, wie in den vorhergehenden Fällen.

Alles in Allem beweisen diese klinischen Beobachtungen, dass r Flexor pollicis longus beim Menschen zu denjenigen Muskeln hört, die wesentlich zu den feinsten Verrichtungen bestimmt sind: e Feder, den Bleistift, den Pinsel, die Nadel u. s. w. zu halten nd zu führen; dass er mit einem Worte zur Ausführung derjenigen

Handarbeiten behülflich ist, die auf der Höhe seiner überlegenen Intelligenz stehen.

256. Ich beeile mich zu sagen, dass die Lähmung des Muskels bei den anderen Verrichtungen des Daumens weder eine Schwäche noch eine functionelle Störung verursacht, denn ich constatirte bei allen den Individuen, von denen so eben die Rede war, dass sie trotz des Verlustes des Flexor pollicis longus das Vermögen der Beugung und Opposition und Adduction der ersten Phalanx und des ersten Mittelhandknochens unversehrt bewahrt hatten. Sie waren demzufolge noch im Stande, die Gegenstände, die sie zwischen die erste Phalanx des Daumens und die übrigen Finger fassten, stark zu drücken.

257. Ein kürzlich verstorbener und von der Wissenschaft betrauerter Gelehrter, P. Gratiolet, hat ein anatomisches Verhalten des Flexor pollicis longus angegeben, das zwischen dem Menschen und den höchst stehenden Affen einen tiefen und wirklich typischen Unterschied aufdeckt.

„Bei den Affen“, sagt er, „geschieht die Beugung des Daumens durch einen schief abgehenden Theil der gemeinschaftlichen Sehne des M. flexor communis digitorum. Er wird also in die gemeinschaftlichen Bewegungen der Beugung hineingezogen und hat keine Freiheit. Derselbe Typus ist beim Gorilla und Chimpanse verwirklicht, bei diesen aber ist die kleine Sehne, die den Daumen bewegt, auf einen sehnigen Faden reducirt, der keine Wirkung mehr ausübt, da sich sein Ursprung in den Synovialfalten der Flexorensehnen der anderen Finger verliert und an keinem Muskelbauch endigt*); bei diesen grossen Affen zeigt also der Daumen eine bemerkenswerthe Schwäche. Bei keinem von ihnen giebt es auch nur eine Spur jenes grossen unabhängigen Muskels, der den Daumen beim Menschen bewegt. Und anstatt sich zu vervollkommnen, scheint dieser für die menschliche Hand so charakteristische Finger bei den höchststehenden aller Affen, den Orangs, zu einem vollkommenen Verschwinden zu tendiren. In der Organisation ihrer Hand haben diese Affen also nichts, was einen Uebergang zu den menschlichen

*) Herr Auzoux zeigt mir so eben an einem Gorilla, den er augenblicklich secirt, dass die erwähnte kleine Sehne sich in dem Muskelbündel für den Zeigefinger, der von dem Flexor digitorum communis superficialis kommt, verliert. Welche der beiden anatomischen Thatsachen, die Gratiolet und Herr Auzoux entdeckt haben, entspricht nun dem normalen Verhalten?

Formen anzeigt, und bei dieser Gelegenheit will ich in meiner Abhandlung die tiefen Unterschiede hervorheben, welche das Studium der Bewegungen an den Händen, die für Anpassungen absolut verschiedener Art gebildet sind, enthüllt."

Diese Thatsachen haben es Gratiolet ermöglicht, mit einer Ueberzeugung, die sich auf ein aufmerksames persönliches Studium aller anderen bekannten Thatsachen gründete, zu versichern, dass die Anatomie der so heftig in unseren Tagen vertheidigten Idee einer engen Verwandtschaft zwischen dem Menschen und den sogenannten anthropoïden Affen keine Basis giebt.

Der unterscheidende Charakter der menschlichen Hand und der des Affen, den ich aus der Stellung des Daumens in der Muskelruhe abgeleitet hatte (s. 242—244), hat unstreitig eine geringere Wichtigkeit, wie derjenige, der sich auf das Fehlen eines selbstständigen Flexor pollicis longus beim Affen stützt. Er behält jedoch nichts desto weniger den Werth, den ich ihm beigemessen habe. Die Wahrheit des Satzes, die mir daraus hervorzugehen schien, dass nämlich die vermeintliche Hand des Affen niemals etwas anderes als eine Pfote gewesen ist, gewinnt mit Unterstützung der anatomischen Thatsachen, die der vor erwähnte ausgezeichnete Zoologe angegeben hat, weitere Kraft.

Der Beweis für diese Behauptung hätte aber vor Allem durch physiologische Betrachtungen geführt werden müssen; es ist zu bedauern, dass Gratiolet sie gänzlich vernachlässigt hat. Man kann wirklich einigermassen überrascht sein, dass ein so feiner Beobachter sich mit einer anatomischen Thatsache begnügt hat, um daraus philosophische Schlussfolgerungen so erhabener Art zu ziehen, da er sie doch auf physiologische Erwägungen, die auf der Höhe des Gegenstandes, den er zu behandeln hatte, standen, hätte stützen können. — Gratiolet hat vom Flexor pollicis longus nur gesagt, dass sein Fehlen eine Ursache der Schwäche für den Daumen ist, sobald dieser Muskel im Dienste des Gedankens zu wirken hat!

Es lohnt sich wohl, zu untersuchen, welche Absicht der Schöpfer dabei haben konnte, als er den Affen eines Muskels beraubte, mit dem er die Hand des Menschen ausgestattet hat. Dies hat nun keinerlei Schwierigkeit bei den Aufschlüssen, die uns die elektrophysiologische Untersuchung und die klinische Beobachtung an die Hand gegeben haben. Eine Darlegung derselben ist in meiner Abhandlung über die Hand, die ich im Februar 1851 der Akademie der Wissenschaften und der Akademie der Medicin eingereicht und

in den Archives générales de médicine veröffentlicht habe*), enthalten. Sie sind im Vorstehenden wieder mitgetheilt und ausführlich entwickelt worden (siehe 253—255) — es hat sich nämlich daraus ergeben, dass dieser Muskel nur die zweite Phalanx des Daumens kräftig beugt und dass er auf den ersten Mittelhandknochen gar keine Wirkung hat; dass er in seiner Isolirung von keinem Nutzen sein kann, aber unter der Mitwirkung anderer, den Daumen und den Mittelhandknochen bewegenden Muskeln beim Menschen die hauptsächliche Bestimmung hat, zu den feinsten und auf der Höhe seiner Intelligenz stehenden Handverrichtungen zu dienen, wie z. B. denen, die Feder, den Pinsel, den Grabstichel, die Nadel u. s. w. zu halten und zu führen. Welchen Nutzen hätte also für die Affenhand ein Muskel gehabt, der zur Ausführung von Handarbeiten bestimmt ist, die die Intelligenz des Menschen erfordern?

Wenn man sagt, dass der Daumen, dem der Flexor longus fehlt, schwächer geworden ist, so begeht man einen physiologischen Irrthum; die klinische Beobachtung hat dies erwiesen (s. 256). Ist es nicht übrigens bekannt, dass der Gorilla die Körper, die er zwischen seinen Daumen und seine übrigen Finger fasst, mit grosser Kraft umschliesst? Auf diese Weise bewaffnet er sich mit einem grossen Stock und greift seinen Feind an. Owen berichtet sogar, dass ein Gorilla in den Zuckungen des Todeskampfes mit den Händen den Gewehrlauf zerbrochen habe, mit dem man ihn tödtlich getroffen hatte.

258. Das Erhaltensein des Adductor pollicis ermöglicht es dem Daumen noch, trotz Fehlens der anderen Muskeln des Daumenballens, einige Dienste zu thun. Die Kranken können in diesem Falle die Gegenstände, die sie zwischen die erste Phalanx des Daumens und die Hohlhandfläche der Hand nehmen, noch ziemlich fest halten; indem sie den Adductor energisch contrahiren und den Daumen gegen die Aussenseite des zweiten Mittelhandknochens pressen, gelingt es ihnen noch, den Zeigefinger zu erreichen, der dem Daumen entgegenkommt, indem er seine beiden letzten Phalangen kräftig krümmt und die erste gegen den zweiten Mittelhandknochen zurückbiegt, wie auf Fig. 50.

Ich habe einen Schneider behandelt, bei dem die Mm. opponens, abductor brevis und flexor brevis pollicis an der linken Hand atrophisch waren, der die Möglichkeit, ein wenig zu arbeiten, der Erhaltung seines Adductor pollicis verdankte; er konnte sein Tuch ziemlich

*) Arch. gén. de méd., März, April und Juli 1852.

fest zwischen dem Daumen und Zeigefinger der kranken Hand halten, indem er mit dem letzteren die Bewegungen machte, die ich so eben beschrieben habe. (Er war glücklicherweise schon vor seinem Unfalle linkshändig und folglich daran gewöhnt, die Nadel in der linken Hand zu halten.)

Die Beobachtung dieses Kranken ist äusserst interessant, weil ich die functionellen Störungen, die ich in diesem Capitel in physiologischer Hinsicht analysirt habe, bei ihm sowohl entstehen als verschwinden sah und deshalb im Stande war, allen ihren Entwickelungsstadien zu folgen und ihre Ursachen und ihren Mechanismus zu analysiren. Sie scheinen mir werth, hier zu figuriren, besonders um den Beweis für die Sätze, die ich in einigen der vorhergehenden Paragraphen formulirt habe, zu vervollständigen.

Fig. 50.



Der Kranke hatte in Folge der Reduction einer Schulterverrenkung eine Lähmung der linken oberen Extremität gehabt, die einen Monat nach dem Unfall noch ganz eben so vollkommen wie zu Anfang war. Ich versuchte nun die therapeutische Wirkung der lokalen Faradisation, und dieselbe wurde angewandt, ohne zunächst ein sofortiges Resultat zu haben. Wenige Zeit später waren nämlich Oberarm, Vorderarm und Hand beträchtlich atrophirt. Die Muskeln des Oberarmes und Vorderarmes zeigten ihre gewöhnlichen Muskelvorsprünge nicht; beim Nachfühlen fand man nicht die elastische Muskelmasse; die Hand war beinahe fleischlos, die Hervorragungen des Daumen- und Kleinfingerballens waren verschwunden; die Flexorensehnen sprangen in die Palma manus vor; die Rückenfläche der Hand war in der Gegend der Zwischenknochenräume tief gefurcht. Kein einziger Muskel des Oberarmes, Vorderarmes und der Hand, von denen man vermuthete, dass sie noch vorhanden wären, contrahirte sich mehr, weder unter dem Einfluss des Willens noch bei lokaler Faradisation, wenn dieselbe abwechselnd auf die entsprechenden

---

Fig. 50. Hand eines Individuums, bei dem der Flexor longus pollicis [illegible] Muskeln des Daumenballens ausser dem Adductor pollicis atrophisch [illegible] der Pt. seinen ersten Mittelhandknochen dem zweiten nähert, [illegible]h mit dem gestreckten Daumen den Zeigefinger erreichen, dessen [illegible] Phalangen sich gegen ihn beugen, um so mit einiger wenn auch [illegible]aft die Gegenstände zu fassen.

Orte und die zu ihnen gelangenden Nerven applicirt wurde. Die entfleischte Hand endlich hatte die Stellung einer Leichenhand angenommen (s. Fig. 51).

Ich übergehe die functionellen Störungen der Sensibilität, der Wärmeerzeugung und der venösen Circulation derselben Regionen, um nicht über meinen Gegenstand hinauszugehen.

Unter dem Einfluss der lokalen Faradisation kehrten die normale Ernährung, Sensibilität und Wärme und darauf die Bewegung in den Muskeln des Oberarmes, des Vorderarmes und der Hand successive zurück.

Folgende wichtige Veränderungen zeigten sich in Folge der gradweisen Heilung der hauptsächlichen zur Bewegung der Finger und des Daumens dienenden Muskeln in der Stellung der Finger und des Daumens.

Fig. 51.



Da vor der Rückkehr der Ernährung alle Muskeln, die den Daumen und die übrigen Finger bewegen, in gleicher Weise atrophisch waren und in keiner Richtung eine Wirkung auf sie übten, so hatte die Hand die Stellung einer Leichenhand angenommen, wie auf Fig. 51. Unter dem Einfluss der lokalen Faradisation kamen zuerst die Mm. flexores und extensores digitorum wieder zum Leben zurück.

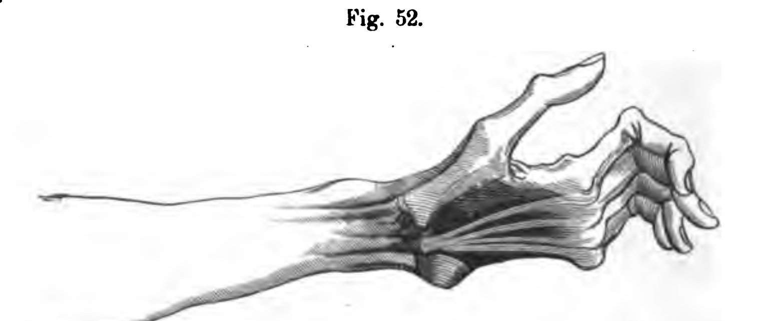
Sobald sie anfingen, ein Lebenszeichen zu geben, richteten sich die ersten Phalangen der Finger gegen die Mittelhandknochen auf, während die beiden letzten Phalangen eine Beugestellung annahmen. Im Zeitraum einiger Monate nahmen diese Erscheinungen mehr und mehr zu, so dass die Hand schliesslich die Form einer Klaue hatte (s. Fig. 52). Die ersten Phalangen ferner, welche vor der Wiederkehr

---

Fig. 51. Leichenstellung einer Hand, deren sämmtliche Muskeln in Folge einer Schulterverrenkung gelähmt und atrophirt sind.

der Extensores digitorum gegen die Mittelhandknochen passiv rechtwinklig gebeugt werden konnten, besassen nur noch eine sehr beschränkte Beugebewegung. Das Hinderniss, das sich dieser Beugebewegung der ersten Phalangen entgegenstellte, schien von einer Hypertrophie der Köpfchen der Mittelhandknochen nach vorn herzukommen, man sah dieselben in die Palma manus vorspringen und erkannte sie noch besser durch die Berührung. Bei der Contraction der Extensores digitorum nahmen diese pathologischen Erscheinungen noch zu. Die Flexoren andererseits wirkten sehr energisch auf die beiden letzten Phalangen, auf die ersten aber übten sie keine merkliche Wirkung.

Fig. 52.



Diese Verunstaltung bestand lange Zeit, bis endlich die Ernährung in den Muskeln der Zwischenknochenräume wieder zu erscheinen anfing. Sowie nun die progressive Entwickelung der Klaue mit der Rückkehr der Mm. extensores und flexores digitorum Hand in Hand gegangen war, so nahmen jetzt die Phalangen nach und nach auch ihre normale Stellung wieder ein und zwar im Verhältniss zum Entwickelungsgrade der Mm. interossei und zweifellos auch der Lumbricales, denn die Er-

---

Fig. 52. Stellung der Finger und des Daumens bei einem Individuum, dessen Hand und Vorderarm im Zustande vollkommener Lähmung auf Fig. 51 dargestellt worden ist. Die Mm. extensor digitorum communis und proprius und extensor pollicis longus haben unter dem Einfluss der localen Faradisation [illegible] illkürlichen Bewegungen wieder erlangt, aber die Interossei, die Muskeln [illegible] aumens und Kleinfingerballens und der Flexor pollicis longus sind noch [illegible] hisch und gelähmt. Die Finger haben die Form von Krallen angenommen, [illegible] halangen des Daumens und der erste Mittelhandknochen stehen in voll[illegible] diger Streckung.

nährung kehrte an der Hohlhandfläche der Hand ebenso gut wieder wie an ihrer Rückenfläche. Das mechanische Hinderniss, das sich der Beugung der ersten Phalangen entgegenstellte und in der Hypertrophie der Köpfchen der Mittelhandknochen bestand, nahm von Tag zu Tage ab. Heute beugt sie der Kranke willkürlich bis zum rechten Winkel. Was die beiden letzten Phalangen anbetrifft, so strecken sie sich gegen die ersten fast ebenso vollständig, wie auf der gesunden Seite (siehe die drei letzten Finger auf Fig. 53). Ich füge hinzu, um mit den Interosseis zu Ende zu kommen, dass die Spreizung und Annäherung der Finger ziemlich gut geschah.

Was den Daumen betrifft, so beobachtete ich während der fortschreitenden Heilung seiner verschiedenen Muskeln die folgenden successiven Veränderungen in seiner Stellung.

Zuerst kündigte der Flexor pollicis longus seine Rückkehr zum Leben an, da er die erste Phalanx des Daumens und ein wenig auch die zweite beugte, ohne aber auf die Stellung des ersten Mittelhandknochens einen Einfluss zu üben, auf den sich vielmehr nach keiner Richtung hin ein Einfluss geltend machte. Nach ihm entwickelte sich ziemlich rasch der Extensor longus pollicis, und nun stellten sich die Phalangen in ihre normale Stellung; aber der erste Mittelhandknochen richtete sich auf oder subluxirte sich vielmehr gegen die Handwurzel, indem er einen nach vorn vorspringenden Winkel machte. (Siehe Fig. 52.) Dieser Winkel, der von dem oberen Ende des Mittelhandknochens gebildet wurde, sprang um so stärker hervor, als die Muskelmasse des Daumenballens vollkommen verschwunden war. Nun kam die Reihe an den Adductor pollicis, durch dessen Erscheinen der erste Mittelhandknochen dem zweiten noch weiter genähert wurde. Trotz der Wirkung des Extensor brevis und des Abductor longus pollicis, die bald ebenfalls an die Reihe kamen sich zu entwickeln, blieb doch für die Stellung des ersten Mittelhandknochens der Extensor pollicis longus massgebend. Dieser Zustand blieb mehrere Monate lang stationär, da der Kranke seine elektrische Behandlung durch ein langes Zeitintervall unterbrach. Bei der Wiederaufnahme der Behandlung begann jedoch die Muskelmasse des Daumenballens sich zu zeigen, wie man durch Gesicht und Gefühl constatiren konnte. Daraus ergab sich bald eine Veränderung in der Stellung des ersten Mittelhandknochens, welcher augenscheinlich gegen den Carpus weniger zurückgebogen ist, da das Uebergewicht des Extensor pollicis longus nun von den Muskeln des Daumenballens im Zaume gehalten wird.

Der Kranke begann die Oppositionsbewegung des Daumens auszuführen, als seine Behandlung auf's Neue unterbrochen wurde. Fig. 53 zeigt, dass er zu dieser Zeit den Daumen dem Zeigefinger opponiren konnte.

Die Bewegungen, die dieser Kranke mit seinem Daumen und dem Mittelhandknochen desselben bei noch fehlenden Mm. abductor brevis, flexor brevis und opponens pollicis ausführen konnte, habe ich oben beschrieben. — Zum Schluss will ich hinzufügen, dass der



Fig. 53.



erste Mittelhandknochen einen grossen Widerstand gegen seine Entfernung vom zweiten Mittelhandknochen von Seiten der Haut zu erfahren hatte, die sich ohne Zweifel in Folge der lange Zeit bewahrten Annäherungsstellung retrahirt hatte.

Wenn trotz der zahlreichen Versuche und Thatsachen, die in diesem Capitel berichtet wurden, noch irgend welche Zweifel über die thatsächliche Bedeutung geblieben wären, die man jedem der die Finger und den Daumen bewegenden Muskeln für die Erhaltung ihrer natürlichen Stellung zugestehen muss, so würde die Lectüre dieser Beobachtung, dies ist das Facit, das wir ziehen, genügen, um sie zu zerstreuen.

Fig. 53. Gelähmte Hand in einem vorgerückten Stadium der Behandlung, wo sie ausser den oben genannten Muskeln (siehe Fig. 52) die Interossei, den Flexor pollicis longus und einen Theil der Muskeln des Daumen- und Kleinfingerballens wiedererlangt hat. Wie die Figur zeigt, kann das Individuum seine Finger vollkommen strecken, den Daumen jedoch nur der zweiten Phalanx des Zeigefingers entgegenstellen, da der Abductor pollicis brevis noch gelähmt ist.

Fünfter Artikel.

Anatomische und historische Betrachtungen über die Muskeln des Daumens und der übrigen Finger.

Es giebt sicher keinen Anatomen, dem nicht schon der Mangel an Uebereinstimmung aufgefallen wäre, der zwischen den augenblicklich beim Unterricht geltenden anatomischen Lehren und den meisten Thatsachen besteht, die sich aus meinen elektrophysiologischen Versuchen und klinischen Beobachtungen über die Function der die Finger der menschlichen Hand bewegenden Muskeln ergeben.

Indessen herrscht zwischen jenen Versuchen und jenen klinischen Thatsachen eine solche Uebereinstimmung, dass ich selbst im Anfang meiner Untersuchung keinen Augenblick gezweifelt habe, dass die zur Zeit beim Unterricht in Ehren stehenden Beschreibungen irrthümlich oder unvollständig wären.

Durch meine Untersuchungen inspirirt, hat man in der Folge neue Dissectionen vorgenommen, bei denen meine Anschauungen sich verwirklicht haben. Durch sie wurden in Bezug auf die Interossei und die Lumbricales anatomische Thatsachen rehabilitirt, die, wie ich bald beweisen werde, schon mehrere Jahrhunderte alt waren und von den meisten modernen Autoren und namentlich unseren Zeitgenossen zu früh vergessen oder mit Stillschweigen übergangen worden waren. Durch sie wurden ferner Thatsachen vervollständigt, die die Muskeln des Daumenballens betreffen, die ebenfalls vergessen und doch schon von modernen Anatomen entdeckt worden waren.

Alle diese anatomischen Thatsachen verschafften mir die Möglichkeit, den Mechanismus der Wirkung, die den Muskeln für die Finger eigen ist, in Uebereinstimmung mit den im Vorstehenden aus einander gesetzten elektrophysiologischen und klinischen Thatsachen zu erklären.

§ I. Extensor communis und Extensores proprii, Flexor sublimis und profundus digitorum.

259. Die Anatomen haben bis auf diesen Tag allgemein geglaubt, dass die Extensoren und Flexoren der Finger (Extensor digitorum communis, Extensor proprius indicis und Extensor proprius digiti minimi, Flexor digitorum sublimis und profundus) ausschliesslich die drei Phalangen streckten oder beugten. Wenn

einige unter ihnen daran gedacht haben, dass andere Muskeln (die Lumbricales und Interossei) an der Streck- oder Beugebewegung der Phalangen theilnehmen, so haben sie deshalb doch, wie die Anderen, gelehrt: 1) dass die seitlichen Sehnen der Finger, die sich von der mittleren Sehne trennen, um zu ihrem Fixationspunkt an der hinteren Fläche der letzten Phalanx zu gelangen, unter der Abhängigkeit der Extensores digitorum ständen, und dass demzufolge diese letzteren Muskeln als die wirklichen Strecker der drei Phalangen betrachtet werden müssten; 2) dass die Flexoren mit gleicher Kraft auf alle drei Phalangen wirkten.

260. Ich habe nachgewiesen, wie verhängnissvoll ein solches Verhalten wäre, denn die meisten Verrichtungen der Finger erfordern, wie man sich erinnert (s. 186), gleichzeitige Streckbewegungen der ersten Phalangen und Beugebewegungen der beiden letzten, und umgekehrt. Wenn nun aber die Extensores communis und proprii und der Flexor superficialis und profundus auf die drei Phalangen in gleicher Weise wirkten, so würde daraus ein für die leichte Führung der Hand schädlicher Antagonismus resultiren. Es mussten also diese Bewegungen der Phalangen in umgekehrter Richtung von einander unabhängig sein, und ich habe nachgewiesen, dass eine solche physiologische Selbstständigkeit wirklich besteht.

261. Wie man sich erinnert (s. 172), besteht der elektrophysiologische Versuch, der die relative Kraft der Extensores communis und proprii auf jede einzelne Phalanx abzuschätzen erlaubt, darin, dass man das Handgelenk und die Finger in forcirte Beugung stellt, während man die genannten Muskeln zur Contraction reizt. Dabei streckten sich, wie man gesehen hat, die beiden letzten Phalangen gegen die ersten, darauf diese gegen die Mittelhandknochen, und diese wieder ihrerseits wurden gegen das Handgelenk und den Vorderarm in Streckstellung gezogen; sobald aber die Mittelhand in parallele Richtung zum Vorderarm gelangt war, begann die letzte Phalanx sich gegen die zweite und diese wieder gegen die erste zu beugen, und diese Beugung der beiden letzten Phalangen verstärkte sich um so mehr, je stärker sich das Handgelenk gegen den Vorderarm zurückbog. Daher erhielt man bei noch so starker Contraction der Extensores communis und proprii digitorum nur die Streckung der ersten Phalangen.

Die analogen Versuche, die ich am Leichnam anstellte, haben ähnliche Resultate ergeben. Anstatt mich des elektrischen Reizes zu bedienen, um den Extensor communis und die Extensores proprii

indicis und digiti minimi zur Contraction zu bringen, habe ich an der Extremität einer Leiche, die noch ihren ganzen Muskelapparat besass, an den Sehnen dieser Muskeln einen Zug ausgeübt. Wenn sich dabei die Hand in gleicher Linie wie der Vorderarm befand, so begannen kaum die vorher gebeugten Finger sich zu strecken, als auch schon die Zurückbeugung der letzten Phalangen aufhörte. Nur die ersten streckten sich gegen die Mittelhand, während diese gleichzeitig sich gegen den Vorderarm umbog und die beiden letzten Phalangen jedes Fingers sich mehr und mehr beugten und krümmten, in dem Maasse, als man die ausgeübte Zugwirkung verstärkte. Man musste das Handgelenk in starke Beugung stellen, um durch denselben Vorgang die vollständige Streckung aller drei Phalangen zu erhalten, und dieselbe hörte sofort auf, sobald die Zugwirkung anfing, die Hand zurückzuneigen.

Dieselben Leichenexperimente sind mit denselben Ergebnissen auch von Cruveilhier und Bouvier gemacht worden. Sie entkleiden, wie auch schon die elektrophysiologische Versuchsweise gethan hatte, die langen Strecker der Finger eines grossen Theils der Wirkung, die man ihnen bis zum heutigen Tage zuertheilt hatte.

Die Anatomie hätte noch hier der Elektrophysiologie zuvorkommen können. Der letzteren aber wird Niemand die Ehre einer Entdeckung verweigern, die auf den Mechanismus der Fingerbewegungen unter dem Gesichtspunkt der Verrichtungen der Hand und des Studiums ihrer partiellen Muskellähmungen ein so helles Licht geworfen hat.

262. Wie sind nun die Thatsachen, die sich aus diesen Versuchen ergeben, mit den anatomischen Einrichtungen zu versöhnen, kraft deren die Sehnen der Extensores digitorum alle drei Phalangen kräftig beugen zu müssen scheinen?

Es ist freilich sehr wahr, dass die seitlichen Bändchen, die zur Endphalanx gelangen, und die man gänzlich der Sehne des Extensor communis digitorum zugehörig glaubte, zum grossen Theil von den Interossei und Lumbricales herkommen — auf das anatomische Factum werde ich hauptsächlich aus historischen Gründen bald zurückkommen; — aber dieser anatomische Befund erklärt die in den vorhergehenden Experimenten beobachteten Erscheinungen noch nicht vollständig. Die Bändchen sind nämlich mit der mittleren Sehne der Extensores communis und proprii digitorum, die sich an die zweite Phalanx anheftet, innig vereinigt; daraus folgt, dass ein

auf diese mediale Sehne geübter Zug sich nothwendig mit einer gewissen Kraft auf die Bändchen, die zu den letzten Phalangen gehen, übertragen muss. Die Erklärung der in den berichteten Versuchen (s. 261) beobachteten Erscheinungen liegt im Folgenden.

Jene Streckbewegung, die die mediale Sehne anscheinend den beiden letzten Fingerphalangen ertheilen muss, wird durch zwei Ursachen eingeschränkt und theilweise aufgehoben. Die eine ist dynamisch, die andere anatomisch, wie ich in den folgenden Paragraphen nachweisen werde.

263. Ich hatte behauptet, dass die Beugung der beiden letzten Phalangen, die sich bei der Zurückbiegung des Handgelenkes gegen den Vorderarm trotz der Contraction der Extensores digitorum vollzieht, durch den tonischen Widerstand oder die mangelnde Dehnungsfähigkeit des Flexor sublimis und profundus verursacht ist.

Die Richtigkeit dieser Erklärung lässt sich an der Leiche beweisen, wenn man die beiden Flexorensehnen eines Fingers durchtrennt und dann sieht, dass die Streckung der beiden letzten Phalangen dieses Fingers durch einen Zug erhalten werden kann, den man an seiner Extensorensehne ausübt, in welchen Grad der Streckung man auch die Mittelhand und die erste Phalanx vorher versetzt haben mag. Dieser Versuch ist an dem Mittelfinger der Figur 55 abgebildet.

264. Ausserdem scheint in dem anatomischen Verhalten der Sehnen der Extensores communis und proprii Alles darauf berechnet, um ihre Wirkung auf die zweite Phalanx und die seitlichen Bändchen bis zu einem gewissen Punkte zu neutralisiren. Ehe ich in die anatomischen Details eintrete, die dieser Behauptung zur Stütze dienen, ist es wohl nicht ohne Nutzen, die ziemlich merkwürdigen mechanischen Experimente hier zu berichten, die mir diese wichtige Thatsache enthüllt haben. Dieser Bericht wird übrigens wieder einmal zeigen, dass die Entdeckungen oft vom Zufall abhängen.

Eines Tages kam mir die Idee, künstlich wie in den so eben beschriebenen Leichenexperimenten (s. 261), die umgekehrt gerichteten Bewegungen der Streckung der ersten Phalangen und der Beugung der beiden letzten an dem Skelett einer menschlichen Hand zu erzeugen, die mit ihrem Vorderarm zusammenhing, und deren verschiedene Knochenstücke so zusammengestellt worden waren, dass sie alle natürlichen Bewegungen der Fingerphalangen oder die künstliche Erzeugung von Lähmungen der sie bewegenden Muskeln ermöglichten (s. Fig. 54.) Ich bildete mir ein, dass nichts leichter

Fig. 54.

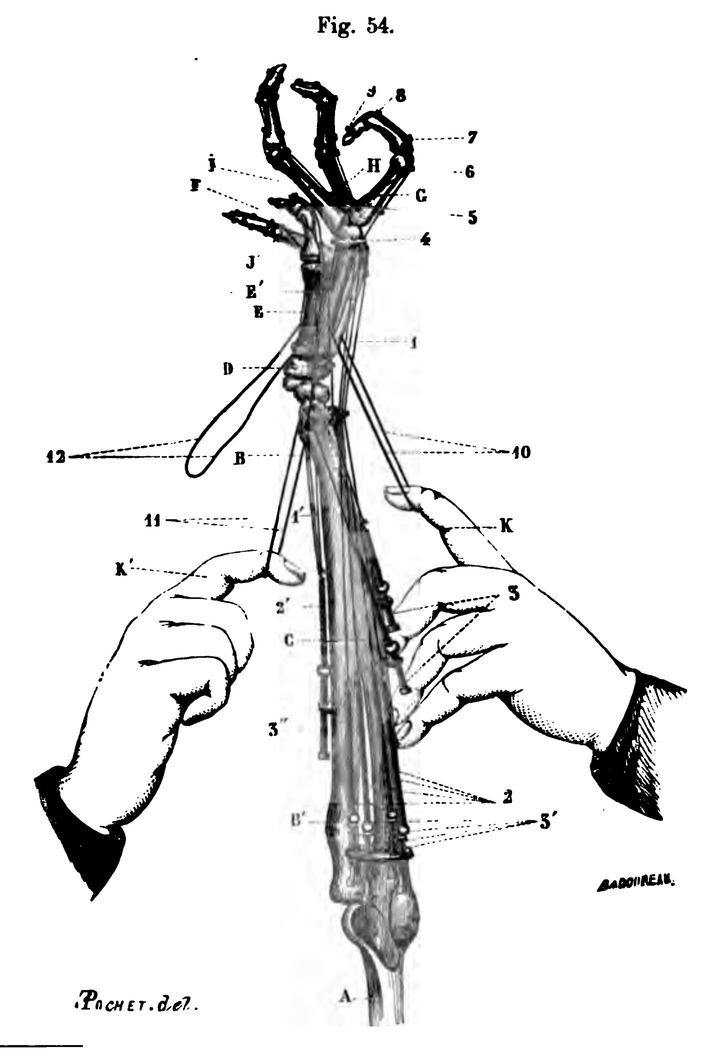


Fig. 54. Skeletthand mit Vorderarm, woran man vermittelst künstlicher Muskeln (Darmsaiten und Sprungfedern, deren Sehnen genau nach dem anatomischen Verhalten befestigt sind und verlaufen) die natürlichen Bewegungen der Phalangen hervorbringen oder die auf die Lähmung ihrer Muskeln folgenden Entstellungen nachahmen kann. — *A* Unteres Ende des Humerus, *B B'* Radius, *C* Ulna, *D* Carpus, *E* erster Mittelhandknochen, *E'* zweiter Mittelhandknochen, *F* Daumen, *G* Zeigefinger, *H* Ringfinger, *I* Mittelfinger, *J* Kleiner Finger, *K* Mein eigener Finger der linken Hand, *K'* Mein Finger der rechten Hand. 1 Künstliche Sehnen (Darmsaiten) des Extensor digitorum communis, 1' Saiten, die die Flexoren der Finger vorstellen, 2' und 2 Federn in Verbindung mit den Saiten, die die Extensoren und Flexoren der Finger vorstellen und mit

auf diese mediale Sehn
gewissen Kraft auf die
gehen, übertragen mu
Versuchen (s. 261) be

Jene Streckbewe
beiden letzten Finge
Ursachen eingeschrä
dynamisch, die and
graphen nachweise

263. Ich hat
Phalangen, die si
den Vorderarm t
zieht, durch den
fähigkeit des Fl

Die Richti
weisen, wenn
trennt und da
langen dieses
man an seiner
man auch
haben mag.
abgebildet.

264.
Sehnen der
um ihre W
chen bis
die anaton
dienen, i
mechanis
Thatsach
einmal z

Eine
schrieben
Bewegun
der beid
zeugen,
schieden
sie alle
künstlic

so bogen sich die beiden ersten Phalangen in
n den Mittelhandknochen zurück.

ch gestehe, für mich sehr unerwartete Resultat
der von dem Flexor sublimis und profundus ge-
nd gegen die Verlängerung für sich allein unzu-
die Umbiegung der zweiten Phalanx bei der Ver-
nsor communis digitorum zu verhindern; es führte
Vermuthung, dass sich die Wirkung der mittleren
en mir noch unbekannten Mechanismus einzig oder
uf die erste Phalanx geltend machen müsste.

zu versichern, dass es sich wirklich so verhielt,
ch an Leichenhänden die Sehnen des Extensor digi-
nis in der Gegend der Mitte der ersten Phalanx, d. h.
er Anheftung an der oberen und hinteren Partie der
x, und constatirte, dass dann der an den betreffenden
te Zug nur die ersten Phalangen der Finger kräftig

Ich habe in den anatomischen Beschreibungen nach-
durch welchen Kunstgriff die Natur es erreicht haben
se Streckung der ersten Phalangen durch die Contraction
sores digitorum zu bewirken. In der Beschreibung des
digitorum communis von Winslow fand ich ein anato-
Verhalten, welches die von dem Muskel auf die ersten
alangen ausgeübte Streckwirkung schon erklären kann,
aber der grosse Anatom dennoch hinsichtlich der besonderen
g dieses Muskels auf die erste Phalanx keinerlei Schlüsse
hat.

Wenn jede Sehne des Extensor des zweiten bis fünften Fingers
r Basis der ersten Phalanx angelangt ist", sagt er, „so be-
igt sie sich lose an derselben durch einige seitliche
breitungen, die sich an jeder Seite dieser Basis
eriren" *).

Der einzige Autor, glaube ich, der dieselben sehnigen Aus-
eitungen, die von den Sehnen des Extensor digitorum communis
gegeben werden, jedoch mit einigen Varianten beschrieben hat,
t Cruveilhier.

„In der Gegend der Articulatio metacarpo-phalangea angelangt", sagt er, „verschmälern sich diese Sehnen (des Extensor digitorum communis), indem sie sich zugleich abrunden und jederseits eine

*) Traité des muscles 350 p. 206.

sein müsste, und ich zu diesem Zweck nur der Natur nachzuahmen brauchte.

Ich befestigte an den Fingerphalangen an den betreffenden anatomischen Punkten künstliche Sehnen (Darmsaiten 1, 1'), die der Richtung der Sehnen der Extensores digitorum und des Flexor superficialis und profundus folgten, und die ich in kleinen Ringen an der Rücken- und Vorderfläche der Phalangen befestigt gleiten liess. Ich verband diese künstlichen Sehnen mit metallischen Spiralfedern (2, 2'), die ich möglichst den anatomischen Verhältnissen entprechend am Vorderarm befestigte. Vermittelst von mehrere Centimeter langen Schrauben (3, 3') konnte ich diese Federn, die dazu dienten, durch ihre grössere oder geringere Spannung die Contraction oder die tonische Kraft der Muskeln, die sie vorstellten, nachzuahmen, gradweise anspannen.

Nachdem die Dinge so vorbereitet waren, stellte ich folgenden Versuch an, der an einem Finger gemacht wurde und, an den andern wiederholt, dieselben Resultate ergeben hat.

Nachdem ich die Sehnen des Flexor sublimis und profundus leicht gespannt hatte, mit einer Kraft, die etwa dem tonischen Widerstand gleichkam, welchen diese Muskeln jeder Verlängerung entgegensetzen, zog ich an der Darmsaite des betreffenden Fingerstreckers; dabei sah ich anstatt der Streckbewegung der ersten und der Beugebewegung der beiden letzten Phalangen, — Bewegungen, die unter, wie ich glaubte, analogen Bedingungen in den elektrophysiologischen (172) und Leichen-Versuchen (261), die ich an dem Extensor digitorum communis angestellt hatte, aufgetreten waren — wie die zweite Phalanx sich kräftig gegen die erste zurückbog und nur die dritte Phalanx sich gegen die zweite beugte (s. den Ringfinger *H* auf Fig. 54). Wenn ich noch stärker an der

---

Hilfe der Schrauben 3, 3', 3'' die Saiten gradweise spannen oder erschlaffen; 4, 5, 6, 7, 8, 9 Kleine Ringe, die an verschiedenen Punkten der Mittelhandknochen und der Phalangen nach der anatomischen Richtung der Interosseus- und Lumbricales-Sehnen fixirt sind, und in denen die zum Ersatz dieser kleinen Muskeln bestimmten Saiten verlaufen; 10 die Saiten, die die Interossei des Mittelfingers *I* vorstellen, an denen mein linker Zeigefinger *K* zieht; 11 die Saiten, die die Interossei des kleinen Fingers *J* vorstellen, an denen mein rechter Zeigefinger zieht; 12 die Saiten, die die Interossei des Zeigefingers vorstellen, im Zustande vollkommener Erschlaffung oder mit andern Worten, der Lähmung. Auf Grund dieser künstlichen Lähmung nimmt der Zeigefinger *G*, dessen Extensoren und Flexoren durch ihre Federn gespannt sind, die Stellung einer Kralle an, wie man sie bei den Individuen beobachtet, deren Interossei gelähmt sind, wenn sie die Finger strecken wollen.

Strecksehne zog, so bogen sich die beiden ersten Phalangen in Streckstellung gegen den Mittelhandknochen zurück.

Dieses, wie ich gestehe, für mich sehr unerwartete Resultat bewies mir, dass der von dem Flexor sublimis und profundus geleistete Widerstand gegen die Verlängerung für sich allein unzureichend war, um die Umbiegung der zweiten Phalanx bei der Verkürzung des Extensor communis digitorum zu verhindern; es führte mich auf die Vermuthung, dass sich die Wirkung der mittleren Sehne durch einen mir noch unbekannten Mechanismus einzig oder hauptsächlich auf die erste Phalanx geltend machen müsste.

Um mich zu versichern, dass es sich wirklich so verhielt, durchschnitt ich an Leichenhänden die Sehnen des Extensor digitorum communis in der Gegend der Mitte der ersten Phalanx, d. h. unterhalb ihrer Anheftung an der oberen und hinteren Partie der ersten Phalanx, und constatirte, dass dann der an den betreffenden Sehnen geübte Zug nur die ersten Phalangen der Finger kräftig zurückbog.

265. Ich habe in den anatomischen Beschreibungen nachgeforscht, durch welchen Kunstgriff die Natur es erreicht haben konnte, diese Streckung der ersten Phalangen durch die Contraction der Extensores digitorum zu bewirken. In der Beschreibung des Extensor digitorum communis von Winslow fand ich ein anatomisches Verhalten, welches die von dem Muskel auf die ersten Fingerphalangen ausgeübte Streckwirkung schon erklären kann, woraus aber der grosse Anatom dennoch hinsichtlich der besonderen Wirkung dieses Muskels auf die erste Phalanx keinerlei Schlüsse gezogen hat.

„Wenn jede Sehne des Extensor des zweiten bis fünften Fingers an der Basis der ersten Phalanx angelangt ist", sagt er, „so befestigt sie sich lose an derselben durch einige seitliche Ausbreitungen, die sich an jeder Seite dieser Basis inseriren" *).

Der einzige Autor, glaube ich, der dieselben sehnigen Ausbreitungen, die von den Sehnen des Extensor digitorum communis abgegeben werden, jedoch mit einigen Varianten beschrieben hat, ist Cruveilhier.

„In der Gegend der Articulatio metacarpo-phalangea angelangt", sagt er, „verschmälern sich diese Sehnen (des Extensor digitorum communis), indem sie sich zugleich abrunden und jederseits eine

*) Traité des muscles 350 p. 206.

fibröse Ausbreitung abgeben, die sich zur Seite des Gelenkes anheftet“ ...... und etwas weiter, auf derselben Zeile, fügt er hinzu: „Endlich ist es nicht selten, dass man von der vorderen Fläche dieser Sehnen einen sehnigen Streifen abgehen sieht, der sich an dem oberen Ende der ersten Phalanx inserirt“*).

In der letzten Ausgabe seines Lehrbuchs der descriptiven Anatomie sagt Cruveilhier, dass diese fibrösen seitlichen Ausbreitungen, die von den Sehnen der Extensores digitorum abgegeben werden, sich nicht an den Seiten der Articulatio metacarpophalangea befestigen, sondern in dem Ligamentum metacarpi transversum inferius endigen**). Was den sehnigen Streifen anbetrifft, den der gelehrte Anatom oft von der vorderen Fläche der Sehne der Extensores digitorum hatte entstehen sehen, der sich an dem oberen und hinteren Ende der ersten Phalanx inseriren sollte, wie er im Jahre 1843 angegeben hatte, so ist davon in den folgenden Ausgaben nicht mehr die Rede gewesen.

Ich muss sofort erklären, dass die letzte Beschreibung Cruveilhier's von aponeurotischen Fasern, welche die Sehnen des Extensor digitorum communis mit dem Metacarpo-phalangealgelenk in Beziehung setzen, vollständig unzureichend ist, den Mechanismus der Streckung der ersten Phalangen durch die Sehnen des Extensor digitorum communis zu erklären. Wie man nämlich leicht begreift, sind fibröse Ausbreitungen, die von jeder Seite dieser Sehnen abgehen und sich am Ligamentum metacarpi transversum inferius befestigen, nicht im Stande, wenn man an ihnen zieht, die Streckung der ersten Phalangen zu bewirken.

266. Nur die Beschreibung dieser fibrösen Ausbreitungen, die man in der zweiten Ausgabe des Lehrbuches von Cruveilhier findet und ferner die, welche Winslow gegeben hat, können dazu beitragen, die Streckung der ersten Phalangen durch den Extensor digitorum communis zu verstehen. Dies werden die anatomischen Untersuchungen und die Leichenexperimente, die ich über diesen Punkt angestellt habe, aufs evidenteste zeigen.

Nachdem ich an Händen von Leichen die Haut entfernt hatte, durchschnitt ich die fibrösen Ausbreitungen, die jederseits von den Sehnen des Extensor digitorum communis ihren Ursprung nehmen, von ihrer Anheftung an die zweite Phalanx bis zu den Mittelhand-

*) Traité d'anatomie descriptive. II. éd. 1843 t. II p. 284.

**) Loco citato. IV. éd. 1862 t. I p. 687.

knochen, wo ich sie von den unterliegenden Theilen ablöste. Wenn ich sie dann abgehoben hatte, so constatirte ich in der Gegend der Articulatio metacarpo-phalangea das Vorhandensein von dicken, kurzen Faserbündeln (siehe die fibrösen Bündel der Strecksehne des Zeigefingers *A* und des Mittelfingers *C* auf Fig. 55), die sich mit ihrer vorderen Fläche vermittelst einer Art von ziemlich dicker Sehne an der entsprechenden Partie der Articulatio metacarpo-phalangea und oft am oberen und hinteren Ende der ersten Phalanx befestigten, so dass die ersten Phalangen um so kräftiger gegen die Mittelhandknochen gestreckt wurden, mit je grösserer Kraft ich an dies Sehnen zog.

Während dieser Streckung der ersten Phalangen wurden die zwei letzten Phalangen durch den Widerstand, welchen der Flexor sublimis und profundus ihrer Verlängerung entgegenstellten, gebeugt;

Fig. 55.

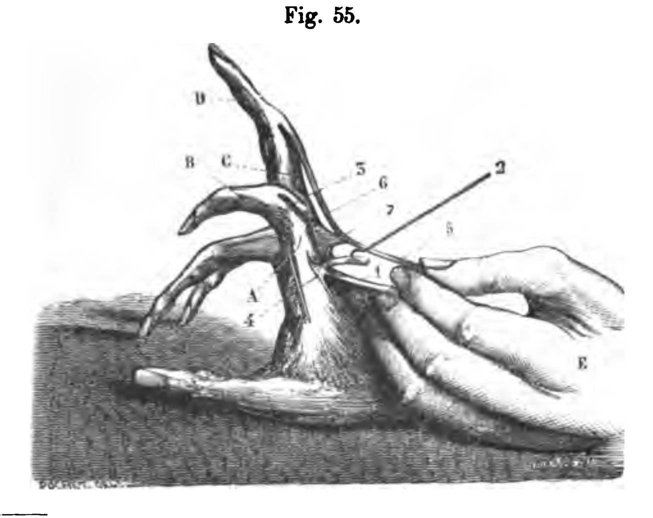


Fig. 55. Die Figur, nach der Natur gezeichnet, soll dazu dienen, die starke fibröse Ausbreitung zu zeigen, die von der vorderen Fläche jeder einzelnen Sehne des Extensor digitorum communis abgeht und sich in der Gegend der Articulatio metacarpo-phalangea an der Rückseite dieser Gelenkverbindung anheftet, sehr oft aber auch zugleich am oberen Ende der Rückenfläche der ersten Phalanx. (Siehe 4 fibröse mediane Ausbreitung der Articulatio metacarpo-phalangea des Zeigefingers *A*, und 7 fibröse mediane Ausbreitung der Articulatio metacarpo-phalangea des Mittelfingers *C*.) Die fibrösen Ausbreitungen, die jederseits von der mittleren Sehne entspringend sich zur Seite der Articulatio metacarpo-phalangea erstrecken und sich an den Seiten dieser Gelenkverbindung und am Ligamentum metacarpi transversum inferius ansetzen, sind durchtrennt, um die mediane fibröse Ausbreitung und die

sobald ich aber die Sehnen letzterer Muskeln durchtrennte, wie ich schon an anderen Leichenexperimenten gethan hatte (siehe 261), so streckte sich die zweite Phalanx gleichzeitig mit der ersten (siehe *D* Fig. 55).

Wie ich constatiren konnte, war die Kraft dieser Streckung der zweiten Phalanx nur gering; es reichte übrigens schon die leichteste Zugwirkung, die auf die Flexorensehnen geübt wurde, aus, um diese Phalanx zur Beugung zu bringen, während die erste Phalanx durch die Extensorensehne in kräftiger Streckung verharrte.

Diese Schwäche der vom Extensor communis digitorum besorgten Streckbewegung war durch das oben beschriebene Faserbündel verschuldet (siehe 7 Fig. 55), welches die Wirkung des unter ihm gelegenen Antheils der Sehne auf die zweite Phalanx, an der sie endigte, einschränkte.

Sobald ich nämlich diese sehnige Verbindung durchschnitten hatte, so brachte schon die mindeste, auf die Sehne des Extensor digitorum communis geübte Zugwirkung die zweite Phalanx in starke Streckung gegen die erste, und deshalb war es mir unmöglich, dadurch dass ich zugleich an den Extensoren und an den Flexoren der Finger zog, die entgegengesetzt gerichteten Bewegungen der Beugung der beiden letzten Phalangen und Streckung der ersten zu erzeugen.

Wenn man endlich anstatt des Faserbündels, welches die Wirkung der Sehne des Extensor digitorum communis auf die zweite Phalanx hemmt, die Sehne auf der Rückseite der ersten Phalanx, d. h. unterhalb dieses Faserbündels, durchschneidet (s. 2, 3 auf Fig. 55), so

---

Wirkung, die sie für sich allein auf die erste Phalanx übt, zu zeigen. Man sieht meine Hand *E*, die an den Strecksehnen 1 des Zeigefingers und 5 des Mittelfingers zieht und die ersten Phalangen derselben *A* und *C* auch dann noch aufrichtet, wenn diese Sehnen unterhalb der Articulatio metacarpo-phalangea durchschnitten sind; dies ist an der Sehne des Zeigefingers *A* geschehen, und man sieht deren beide in der Gegend der Mitte der ersten Phalanx von einander getrennten Theile, 2 und 3. Hier waren die zweiten Phalangen *B* und *D* gegen die ersten *A* und *C* gebeugt, bevor ich an den Sehnen 1 und 5 zog. Während des auf die Sehnen geübten Zuges blieb die zweite Phalanx des Zeigefingers *B* gebeugt, während die zweite Phalanx des Mittelfingers *D*, deren mediane Sehne nicht unterhalb der Articulatio metacarpo-phalangea durchschnitten worden war, sich zugleich mit der ersten Phalanx *C* streckte; diese Streckung der zweiten Phalanx war aber so schwach, dass der leichteste an der Sehne des Flexor sublimis geübte Zug die Beugung derselben bewirkte, während die erste Phalanx *C* mit grosser Kraft gestreckt blieb.

wird die schwache Streckbewegung, die die Sehne der zweiten Phalanx ertheilte, vollständig zum Wegfall gebracht.

Schliesslich soll hier noch ein Versuch folgen, der den grossen Nutzen der fibrösen Ausbreitungen zeigt, die jederseits von den Sehnen des Extensor digitorum communis entstehen und sich an den Seiten der Articulatio metacarpo-phalangea verlieren. Nachdem ich im Bereich der Mittelhand die Sehnen der Extensores digitorum bis zur Articulatio metacarpo-phalangea von den unterliegenden Theilen abgelöst hatte, durchschnitt ich die medianen Fasern (3, 7 auf Fig. 55), durch welche die vordere Fläche dieser Sehnen mit der Rückseite der Articulatio metacarpo-phalangea oder dem oberen hinteren Ende der ersten Phalangen verbunden ist, und liess dagegen die fibrösen Ausbreitungen, die zu den Seiten der Sehnen entspringen und sich an die Seiten der Articulatio metacarpo-phalangea begeben, intact. Wenn ich darauf an den Sehnen zog, so erhielt ich durch Vermittelung dieser seitlichen Ausbreitungen eine Streckung der ersten Phalangen, die aber nicht so kräftig war wie vermittelst der medianen Faserbündel, die ich durchschnitten hatte.

Um das Ergebniss der im Vorstehenden berichteten anatomischen Untersuchungen und Leichenexperimente zusammenzufassen, so giebt es aponeurotische Ausbreitungen, durch welche die Sehnen der Fingerstrecker (Extensor communis und Extensores proprii digitorum) mit den Metacarpo-phalangealgelenken und oft auch den ersten Phalangen innig verbunden sind, Ausbreitungen, vermittelst deren jene Muskeln kräftig die ersten Phalangen strecken, vermittelst deren endlich die Wirkung derselben auf die zweiten Phalangen zum grossen Theile aufgehoben wird.

Im Besitz dieser anatomischen Daten, und nach Anstellung der Leichenversuche auch mit dem Mechanismus der Streckbewegung der ersten Phalangen durch die Extensores digitorum vertraut, war ich nun im Stande, die Natur so weit wie möglich nachzuahmen und auf diese Weise die entgegengesetzt gerichteten Bewegungen der Streckung der ersten Phalangen und Beugung der beiden letzten an meiner Skeletthand leicht zu erzeugen, indem ich die Sprungfedern spannte, die mit den künstlichen Sehnen des Extensor digitorum communis und des Flexor superficialis und profundus zusammenhingen. Ich liess jederseits von meinen künstlichen Strecksehnen in der Gegend der Articulatio metacarpo-phalangea kleine Sehnenfäden abgehen und befestigte sie an den entsprechenden Seiten der Mittelhandknochen und der ersten Phalangen, und seitdem erhielt ich, wenn ich an den künstlichen Sehnen zog, dieselben Bewegungen einer Streckung der ersten

und Beugung der beiden letzten Phalangen. (Siehe den Zeigefinger *B* Fig. 55.)

267. Aus der Gesammtheit der elektrophysiologischen und anatomischen Thatsachen, die so eben auseinandergesetzt worden sind, ergiebt sich, dass die Extensores digitorum noch eine ziemlich ausgesprochene Wirkung auf die beiden letzten Phalangen besitzen, da sie, wie man in allen neuen Versuchen gesehen hat, die Streckung dieser Phalangen so weit bewirken, bis dieselbe durch den Widerstand der Flexores digitorum gehindert wird, also bis zu einem gewissen Grade ihrer passiven Verlängerung. Wie kommt es nun also, dass diese Wirkung der Extensores digitorum auf die beiden letzten Phalangen sich physiologischer Weise gar nicht kund giebt?

Erst hierbei merkt man recht, wie nothwendig die Controle der klinischen Beobachtungen beim Studium der Lebenserscheinungen ist; denn ohne sie hätten weder die elektrophysiologische Versuchsweise, noch die anatomischen Forschungen, noch die gelehrtesten Analysen der Phalangenbewegungen auch nur ahnen lassen, dass unter physiologischen Verhältnissen bei den willkürlichen Bewegungen dieser Phalangen eine Wirkung der Extensores digitorum auf die zwei letzten Phalangen kaum wahrnehmbar ist.

Wirklich habe ich wohl kaum nöthig, an die in diesem Capitel berichteten zahlreichen klinischen Thatsachen zu erinnern, in denen die Mm. extensor communis und extensores proprii digitorum in Folge Verlustes der Interossei — der einzigen wirklichen Strecker der beiden letzten Phalangen — ganz allein auf ihre eigene Kraft angewiesen waren und sich gänzlich unvermögend zeigten, sei es, die willkürliche Streckung der beiden letzten Phalangen zu bewirken, sei es nur, um während der Muskelruhe gegen die continuirliche Beugung anzukämpfen, die in Folge der unaufhörlichen tonischen Wirkung des Flexor sublimis und profundus eintritt, einer Wirkung, die eine so grosse Kraft entfaltet, dass sie bisweilen zu Subluxationen der Phalangen mit Verbildung der Gelenkoberflächen geführt hat. (Siehe S. 150 G und S. 152 H.)

268. Wie diese Thatsachen zeigen, sind wir noch weit davon entfernt, den Mechanismus der Nervenwirkung bei den Muskelcombinationen, aus denen jede willkürliche Bewegung hervorgeht, zu kennen. Könnte man nicht vielleicht dennoch folgern, dass die auf einen Muskel gerichtete willkürliche Nervenerregung immer mit einer unwillkürlichen Nervenerregung seines Antagonisten oder vielmehr Moderatoren einhergeht; woraus ein gewisses, ohne Zweifel

schwaches Maass von Widerstand gegen die Bewegung von Seiten des letzteren resultiren würde. In der That möchte ich daran erinnern, dass, wie ich an einem anderen Orte*) nachgewiesen habe, bei jeder willkürlichen Bewegung die diese Bewegung erzeugenden Muskeln synergisch mit ihren Moderatoren in Wirkung treten.

Wenn man diese Vorstellungen auf den Extensor communis und die Extensores proprii digitorum anwendet, so wäre es vollkommen zu verstehen, dass die willkürliche Contraction dieser Muskeln unvermögend wäre, den Widerstand zu besiegen, den ihm die schwache synergische, moderatorische Contraction der Flexoren der beiden letzten Phalangen entgegensetzen kann.

Diese Anschauung kann unter normalen Bedingungen gänzlich hypothetisch erscheinen, sie wird aber zur Thatsache erhoben bei gewissen pathologischen Zuständen. Man sieht nämlich bei einer grossen Zahl von Gehirnaffectionen, dass die willkürliche Contraction des Extensor communis und der Extensores proprii digitorum nur eine stärkere Contraction ihrer Flexoren hervorruft.

Marshall-Hall hat zwar behauptet, dass dies eine Reflexerscheinung wäre. Welchen Werth aber auch eine Anschauung, die ihn zu dieser Bezeichnung geführt hat, haben mag, so beweist die Erscheinung nichts destoweniger, dass eine nervöse Entladung des Gehirns gleichzeitig mit einem Muskel auch seinen Antagonisten oder auch Moderatoren erregt: Vom Normalzustande zum pathologischen besteht vielleicht nur ein Unterschied des Grades.**)

---

*) Electrisation localisée II. éd. 1861 cap. 19 § 2 p. 832. (3. édit. 1872 p. 1040).

**) Diese moderatorische Contraction der antagonistischen Muskeln hat den Vortheil, dass sie den Bewegungen eine gewisse Sicherheit verleiht; bei der Coordination der Bewegungen spielt sie eine wichtige Rolle. Die klinische Beobachtung scheint mir diesem Satze noch eine fernere Begründung zu geben. So bemerkt man z. B. bei gewissen Muskelstörungen, dass die Bewegungen brüske sind: Die Kranken können z. B. beim Gehen die Unterextremitäten nicht nach vorn bringen, ohne sie gewaltsam zu schleudern. Sollte man diese Erscheinung nicht auf den Ausfall der synergischen Contraction der sogenannten Antagonisten, richtiger der moderatorischen Muskeln beziehen? Ich könnte noch andere klinische Beobachtungen zur Stütze meiner Auffassung citiren.

Die Muskelstörungen, auf die ich in dieser Anmerkung anspiele, die ich meiner Abhandlung über die Hand, die im Jahre 1851 und 1852 erschien, entlehne, gehören der Ataxie locomotrice progressive an, deren Symptomotologie ich schon entwickelt habe. Ich wusste damals nicht, dass sie zu den Symptomen dieser Krankeitsspecies, deren Schilderung ich erst im Jahre 1859 publicirt habe, gehören.

Wenn die so eben entwickelte Theorie über den Mechanismus der locomotorischen Innervation richtig ist, so hört der anscheinende Widerspruch auf zu existiren, der zwischen den Thatsachen der klinischen Beobachtung und den durch die elektrophysiologischen und Leichenversuche aufgedeckten physiologischen Thatsachen zu bestehen schien.

269. Ich wiederhole zum Schluss, die Anatomie giebt die vollkommene Erklärung für die durch die elektrophysiologischen Versuche ermittelten Thatsachen, dass nämlich die Extensores digitorum auf die beiden letzten Phalangen nur eine sehr secundäre Wirkung ausüben; sie kann aber nicht das fast vollkommene Fehlen einer physiologischen Wirkung dieser selben Extensoren auf die zwei letzten Phalangen erklären, und doch ist es durch die klinische Beobachtung unbestreitbar festgestellt. Wenn man also diese Erscheinung erklären will, so muss man nothwendigerweise eine doppelte Contraction für jede Bewegung zugestehen, eine willkürliche, die die Bewegung direct bedingt, und eine synergische, die sie einschränkt.

270. Wie die klinische Beobachtung darthut, hat der Flexor sublimis und profundus unter physiologischen Verhältnissen nur einen unendlich schwachen Einfluss auf die ersten Phalangen. Auch dieses Factum kann man beim Experimentiren an der Leiche nicht bestätigt sehen, aber die klinische Beobachtung genügt um es zu beweisen. Von der Richtigkeit dieser Behauptung wird man überzeugt sein, wenn man sich erinnert, dass die Kranken, die ihre Interossei (die einzigen wirklichen Beuger der ersten Phalangen) verloren haben, die ersten Phalangen gegen die Mittelhandknochen trotz Intactheit ihres Flexor sublimis und profundus nur mit äusserster Schwäche neigen, dass ferner diese Phalangen durch die tonische Wirkung der unversehrten Extensores communis und proprii digitorum eine continuirliche Streckstellung einnehmen. Die Ausführungen, in die ich bei der physiologischen Studie über diese Muskeln eingegangen bin, dispensiren mich davon, neue Betrachtungen über diesen Gegenstand anzustellen.

271. Die Elektrophysiologie weist nach, dass der Extensor digitorum communis den Fingern nicht nur eine Streckbewegung ertheilt, sondern sie auch ein wenig von einander entfernt. Dies ist eine wichtige Thatsache, denn man würde ohne sie nicht verstehen können, dass die Finger sich noch spreizen können, wenn die Interossei gelähmt sind. Die Thatsache findet sich in keinem modernen Lehrbuche der Anatomie erwähnt, selbst nicht bei Winslow, Sabatier

und Boyer. Indessen hatte Galen*) diese besondere Wirkung des Extensor digitorum communis angegeben und selbst gesucht, ihren Mechanismus zu erklären. Diese Erklärung ist äusserst geistvoll, wenn sie mir auch nicht richtig zu sein scheint.

Galen hatte gleichfalls richtig beobachtet, dass die Extensores proprii indicis und digiti minimi die Finger nach der Ulna hin bewegen. „..... Unter ihm", sagt er, „liegt der Muskel, der die Seitwärtsbewegungen der zwei kleinsten Finger bewirkt (Extensores proprii digiti quarti et minimi). Diesem benachbart sind zwei Muskeln, die bis zu einem gewissen Punkte unter einander vereinigt sind und aus diesem Grunde von den Anatomen als nur einen einzigen Muskel bildend betrachtet werden. Von dem einen entspringen zwei Sehnen, die zu zwei Fingern, jede für einen, gehen (Extensor indicis et digiti medii), der eine begiebt sich zu dem längsten Finger, der durch seine Lage die Mitte einnimmt, der andere zum Zeigefinger ....." **) Wie Jedermann bemerken wird, begeht hier der grosse Anatom einen merkwürdigen Irrthum, indem er sagt, dass der Extensor proprius indicis und digiti minimi eine Seitwärtsbewegung üben, der erstere auf den Zeigefinger und Mittelfinger, der zweite auf den vierten und fünften Finger. Bei den Bewegungen der Spreizung oder Annäherung der Finger liess er die genannten Muskeln die Hauptrolle spielen, indem er ihre Wirkung mit der der Lumbricales auf folgende Weise combinirte.

272. Nach Galen führten die Lumbricales die übrigen Finger gegen den Daumen, und die Extensores proprii zogen sie nach der Ulnarseite hin; er nahm an, dass bei der Annäherung der Finger gegen einander die Extensores proprii des Zeige- und Mittelfingers sich zusammen mit den Lumbricales des Ring- und kleinen Fingers contrahirten, während sich bei der Spreizung der Finger die Extensores proprii des kleinen und Ringfingers zusammen mit den Lumbricales des Zeige- und Mittelfingers contrahiren sollten***).

Der gelehrte Uebersetzer des Galen, Daremberg, hat die Stelle, die sich auf diesen Gegenstand bezieht, die nach den anderen Uebersetzungen unverständlich war, vollkommen klar wiedergegeben.

273. Es wird sicher allgemein auffallen, wie wenig begründet diese Theorie Galens ist, denn es giebt keinen Anatomen, der nicht

*) De usu partium. I de manu, cap. 18, citirt nach der französischen Uebersetzung von Daremberg 1851.

**) l. c. II cap. 4.

***) l. c. I cap. 19 u. II cap. 3.

wüsste, dass nur der Zeigefinger und kleine Finger einen Extensor proprius für sich besitzen, wogegen die Meinung des berühmten Pergamenischen Anatomen dahin ging, dass jeder Finger einen besässe. Abgesehen von dieser anatomischen Erwägung fällt diese Theorie vor der elektrophysiologischen Versuchsmethode, da dieselbe, — wie man im Vorhergehenden gesehen hat — nachweist, dass die Lumbricales mit Ausnahme jedoch des ersten M. lumbricalis keine Seitwärtsbewegungen ausüben.

Da übrigens durch meine Versuche bewiesen worden ist, dass die von den Extensores digitorum bewirkten Seitwärtsbewegungen ziemlich schwach und beschränkt sind, so versteht man, dass die Hand andere Muskeln nöthig hatte, um die Finger kräftig einander zu nähern oder zu spreizen. Diese Muskeln sind die Interossei. Wunderbarer Weise hat Galen diese Wirkung von ihnen nicht erkannt.

274. Die modernen Autoren hatten die Seitwärtsbewegungen durch den Extensor communis und die Extensores proprii, Bewegungen, die schon im Alterthum bekannt waren, wie ich so eben bewiesen habe, nicht zugegeben. Der elektrophysiologischen Versuchsweise wird die Ehre zukommen, die Ansicht Galen's über die Wirkung der Extensores proprii digitorum rehabilitirt zu haben, dies gilt aber nur von den Extensores proprii des Zeigefingers und des kleinen Fingers.

§ II. Interossei und Lumbricales.

275. Aus dem Umstande, dass die Functionen der Lumbricales und Interossei als Strecker der beiden letzten Phalangen und Beuger der ersten von Bichat und den Autoren, die ihm gefolgt sind, verkannt worden sind, muss man nicht schliessen, dass alle Anatomen diesen Gegenstand mit Gleichgiltigkeit und Oberflächlichkeit behandelt haben. Es giebt im Gegentheil wenig anatomische Fragen, die gründlicher studirt worden wären und die Aufmerksamkeit der Beobachter stärker gefesselt hätten, wie die, welche sich auf die Interossei und Lumbricales bezieht.

Ich will versuchen, dies zu beweisen, durch eine rasche Uebersicht der verschiedenen Untersuchungen in anatomischer und physiologischer Beziehung, welche diese Muskeln zum Gegenstand gehabt haben.

276. Zuerst hat Columbus, ein berühmter Anatom des 16. Jahrhunderts, der würdig gefunden wurde, seinem Lehrer Vesal

im Unterricht der Anatomie an der Schule zu Padua zu folgen, die einzige anatomische Einrichtung angegeben, die von der Wirkung als Beuger der ersten und Strecker der beiden letzten Phalangen, die die Lumbricales auf die Finger üben, die Erklärung geben kann; — er sagt, dass diese Muskeln mit einer Sehne endigen, die der Länge der Finger nach an ihrer Aussenseite verlaufend Adhärenzen mit dem Extensor communis eingeht, und an der dritten Phalanx endigt.

Die wörtliche Beschreibung, die er von diesen Muskeln giebt, lautet wie folgt: „Desinunt autem (vermiculares) in teritem et nerveum tendinem et per internos digitos delati juxta eorum longitudinem, adhaerescunt tendinibus primi musculi exterioris, a quibus quattuor digiti extendebantur et in tertium articulum suis finibus immittuntur, non autem inprimum, quemadmodum Galenus et Vesalius voluere."

Einige Anatomen, unter Andern Sabatier, schreiben die Priorität der Entdeckung hinsichtlich der Endigung der Lumbricales Fallopia zu, und wirklich hat dieser eine Beschreibung, die der seines Zeitgenossen Columbus ziemlich ähnlich ist, davon gegeben, jedoch mit dem Unterschiede, dass er anstatt die Sehnen der Lumbricales an den dritten Phalangen endigen zu lassen, behauptete, dass sie sich ungefähr in der Mitte des ersten Gelenkes inserirten (des Gelenkes zwischen der ersten und zweiten Phalanx).

Fallopia sagt nämlich, bei Zurückweisung der Ansichten seines Lehrers Vesal: „Dissideo ab eodem Vesalio sub musculis qui manum movent. Quoniam, dum tradit insertionem et usum illorum quatuor, qui parvi admodum in vola haerent chordis secundi musculi, tertium digitorum internodium flectentes, asserit hos musculos implantari in primum digitorum os, atque manus hoc subire, ut digitos introagant et ad pollicem adducant. Dico hos musculos non inseri in primum os digitorum, sed potius desinere in chordam posteriorem, quae omnes digiti articulos extendit, atque insertio haec circa medium primi internodii fieri solet" *).

Wenn man aber den Zeitpunkt der Publication der Werke von Columbus und Fallopia befragt, so findet man, dass die Ehre der anatomischen Entdeckung, um die es sich handelt, in Wirklichkeit Columbus angehört.

277. Fallopia ist jedoch derjenige, der die wahre Wirkung der Lumbricales erkannte, denn nachdem er sie beschrieben hat,

*) Fallopia, Observationes anatomicea. 1561. I. p. 31.

fügt er hinzu, dass diese Muskeln die beiden letzten Phalangen strecken, die ersten beugen, während Columbus behauptete, dass sie alle drei Phalangen streckten*).

278. Die anatomische Entdeckung der Interossei verdankt man Galen. Er ist auch der erste, der erkannt hat, dass sie die erste Phalanx beugen. Den Beweis dafür giebt die folgende Stelle:

„Ihnen (allen Anatomen) ist das Vorhandensein der kleinen Musculi interossei, die die erste Phalanx der Finger beugen, vollständig entgangen, und wir selbst haben lange Zeit diese Unkenntniss getheilt" **).

Dies ist aber die einzige Wirkung, die Galen den Interosseis zuschreibt. Wie ist es möglich, dass ein Anatom, der so viele Entdeckungen gemacht hat, die Seitwärtsbewegungen verkennen konnte, die diese Muskeln den Fingern ertheilen? Man hat oben gesehen (s. 271), wie sehr er seine Einbildungskraft anstrengen musste, um diese Fingerbewegungen zu erklären.

279. Die Kenntniss der Wirkung der Interossei auf die zwei letzten Phalangen hat man wieder dem Beobachtungsgenie Fallopia's im 16. Jahrhundert zu verdanken. Er sagt nämlich: „Er wäre nicht der Meinung Vesal's, der behauptet hätte, dass die Sehnen der acht zwischen den Mittelhandknochen begriffenen Muskeln (der Interossei) sich am Seitentheil der ersten Phalangen inseriren und der Beugung der Finger dienen. Die Untersuchung führe keineswegs zu diesem Ergebniss, da diese acht Muskeln wie die vier vorhergehenden (die Lumbricales) in der Gegend des ersten Fingergelenkes vereinigt, sich seitlich zu den Sehnen der Extensoren begeben und sich an denselben anheften, um zur Streckung der zweiten und dritten Phalangen zu dienen. Ich wundere mich, fügt er etwas später hinzu, dass Valverda und sein Lehrer Columbus, da sie

---

*) Es ist schwer zu erklären, wie es kommt, dass Fallopia, der die Ansichten von Vesal und Valverda discutirt, und die Ansicht seines Lehrers Columbus in einem Werke mit dem Titel: „Historia della composicion del corpo humano" wiedergegeben hat, die anatomischen Untersuchungen von Columbus, die er kennen musste und die älter als die seinigen waren, nicht erwähnt hat. Aber Fallopia hielt Vesal in grosser Verehrung, wenn er auch seine Ansichten bekämpfte, während er gegen Columbus eine grosse Verachtung zu erkennen gab, weil derselbe Vesal, — seinen Lehrer, was er nicht soweit hätte vergessen sollen, — mit Beleidigungen überhäufte. Ist dies vielleicht der Grund dafür, dass Fallopia in seinen Schriften so wenig von Columbus spricht?

**) L. c. Liv. II. cp. III p. 473.

doch die Function der vier anderen Muskeln (der Lumbricales) kannten, daraus nicht auf die der Interossei geschlossen haben".

Man wird bemerken, dass Fallopia die Beugebewegung, die den ersten Phalangen von den Interosseis ertheilt wird, verkannt hat, denn noch lange nach der Veröffentlichung seiner „Observationes anatomicae" stellte er diese Wirkung, die Vesal denselben Muskeln zuschrieb, in Abrede. Er schrieb im Jahre 1575: „Ulterius addit ordinatim Vesalius octo alios musculos metacarpo sitos, quos primum articulum flexere dixit, quos inter flexentes non enumerabimus".

Die von Columbus (siehe 276) und Fallopia (siehe 279) entdeckten anatomischen und physiologischen Thatsachen haben über den Widerspruch Vesal's gesiegt, der sie in einer berühmten und gelehrten Streitschrift bekämpft hat*).

280. Im Jahre 1732 gab Winslow**) zwei verschiedene Sehnen an, die den Interosseis gehörten, davon hefte sich die eine an die erste Phalanx, die andere setze sich in die seitlichen Bändchen des Extensor communis fort; er beschrieb auch die Function der Interossei und der Lumbricales weit besser wie seine Vorgänger und betrachtet sie als Beuger der ersten Phalangen und Strecker der beiden letzten.

Von berühmten Anatomen, die die Meinungen Fallopia's und Winslow's bezüglich des anatomischen Verhaltens und der Function der Interossei und Lumbricales getheilt haben, führe ich Sömmering, Sabatier und Boyer an.

281. Ein Rückblick auf die im Vorstehenden dargelegten Thatsachen lehrt, dass länger als zwei Jahrhunderte, d. h. von 1519 bis 1797 (dem Zeitpunkt, wo das Lehrbuch der Anatomie von Boyer erschien) die hervorragendsten Anatomen mit der grössten Sorgfalt die Interossei und Lumbricales in anatomischer und physiologischer Hinsicht studirt haben, und dass sie die einzige anatomische Einrichtung, die die Wirkung dieser Muskeln auf jede Phalanx erklären kann, auch gekannt haben.

282. Wenn aber die anatomische Beschreibung, die diese Autoren uns von den genannten kleinen Muskeln hinterlassen haben, wenig zu wünschen übrig lässt, wie man bald sehen wird, so ist in Bezug auf die Kenntnisse, die sie über ihre Functionen besassen,

*) Observationum anatomicarum Fallopii examen.
**) Traité des muscles. 341 p. 208.

nicht das Gleiche der Fall. Die Interossei und Lumbricales galten ihnen nämlich, wenn man von den Abductions- oder Adductionsbewegungen, die sie den Fingern ertheilen können, absieht, nur als schwache Hilfsmuskeln der Mm. flexores oder extensores digitorum.

Wenn wirklich der Einfluss der Interossei auf die Beugung oder Streckung der Phalangen dazu diente, die Wirkung der Extensores oder Flexores digitorum zu verstärken, so würden mir die Vortheile einer solchen Mitwirkung noch nicht bewiesen sein, denn die genannten kleinen Muskeln können die Streckung der beiden letzten Phalangen nicht begünstigen, ohne der Streckung der ersten Widerstand zu leisten, und umgekehrt.

283. Ohne Zweifel erschien der Nutzen der Interossei und Lumbricales als Hilfsmuskeln der Flexoren oder Extensoren einer grossen Zahl von Physiologen sehr problematisch. Da sie keinen anderen Nutzen von ihnen in ihrer Eigenschaft als Strecker oder Beuger der ersten Phalangen kannten, als den oben angegebenen (siehe 282), ist da nicht die Vermuthung gestattet, dass die modernen Autoren der Lehrbücher der Anatomie lieber nach dem Beispiele Bichat's eine anatomische Thatsache (die Fortsetzung der Sehnen der Interossei und Lumbricales in die seitlichen Bändchen des Extensor communis) mit Schweigen übergingen, eine Thatsache, sage ich, die während mehrerer Jahrhunderte und unter der Autorität der grössten Namen in der Wissenschaft gegolten hatte, als dass sie den Grund für ihr Vorhandensein zn erklären gehabt hätten *).

---

*) Jedoch hat Herr Chassaignac im Jahre 1846 der anatomischen Gesellschaft eine Mittheilung gemacht, worin er, ohne die geringste physiologische Schlussfolgerung daraus zu ziehen, angiebt, dass die Sehnen der Interossei digitorum sich in die seitlichen Bändchen des Extensor digitorum communis fortsetzen. Nach ihm hat Herr Dr. Jean Parise (Application de la théorie de J. L. Petit aux luxations congénitales incomplètes; Thèse inaugurale, Paris 1842) nachzuweisen gesucht, dass die Lumbricales die letzten Fingerphalangen, auf die sie vermittelst der in der Verlängerung ihrer Richtung liegenden Sehnen des Extensor communis wirkten, in Streckung versetzten; aber ihre Wirkung als Beuger der ersten Phalangen hat dieser Autor nicht erwähnt.

Wie man sieht, waren diese Thatsachen mehrere Jahrhunderte alt und lange nicht so vollständig, wie die von Columbus und Fallopia auf uns gekommenen; sie machen deshalb dem Beobachtungsgeiste der Herren Chas-ignac und Parise, die wirklich geglaubt haben eine neue Entdeckung machen, nicht weniger Ehre.

Die genannten ehrenwerthen Collegen werden nicht glauben können, dass diese Bemerkung in einem Geiste übelwollender Kritik schreibe, denn ich ll ihnen gestehen, dass ich selbst die von Columbus und Fallopia ent-

284. So war der Stand unserer Kenntniss über das anatomische Verhalten und die physiologische Wirkung der Interossei und Lumbricales, als ich meine Untersuchungen begann.

Wie man jetzt weiss, ist es mir Dank der elektrophysiologischen Versuchsmethode und demnächst der klinischen Beobachtung möglich gewesen, auf's Evidenteste nachzuweisen: 1) dass unter physiologischen Verhältnissen die Interossei und Lumbricales ausschliesslich Strecker der beiden letzten und Beuger der ersten Phalangen sind; 2) dass diese Muskeln für den Mechanismus der Bewegungen der Beugung der ersten Phalangen und Streckung der beiden letzten, Bewegungen in umgekehrter Richtung, die bei den Verrichtungen der Hand so häufig sind, nothwendig sind; 3) dass endlich ohne sie die Phalangen ihre normale Stellung nicht bewahren könnten und die Form einer Klaue, die mehr unbequem als nützlich wäre, annehmen würden.

Anderseits ist aus dem im Vorstehenden dargelegten historischen Bemerkungen hervorgegangen, dass der Mechanismus dieser so wichtigen Bewegungen bis jetzt von den Alten, wie von den Neueren vollkommen verkannt worden ist.

285. Auf die im Vorstehenden aus einander gesetzte historische Frage wollte ich erst dann eingehen, wenn ich meine elektrophysiologischen Untersuchungen beendigt hätte, weil ich fürchtete, bei der Beobachtung der durch meine Experimente bewirkten Erscheinungen dem Einfluss vorgefasster Ideen zu unterliegen, nachdem ich mich vorher so eingehend mit den anatomischen Thatsachen beschäftigt hätte.

Nichts desto weniger gestand ich mir aber ein, dass ein jedes physiologische Problem, besonders wenn es auf die Locomotion Bezug hat, nur durch die gänzliche Uebereinstimmung der physiologischen Versuchsweise, der klinischen Beobachtung und der anatomischen Thatsachen gelöst werden könnte.

Ich behielt mir also vor, meinen elektrophysiologischen Untersuchungen, die ich Eile hatte, in die Oeffentlichkeit zu bringen —

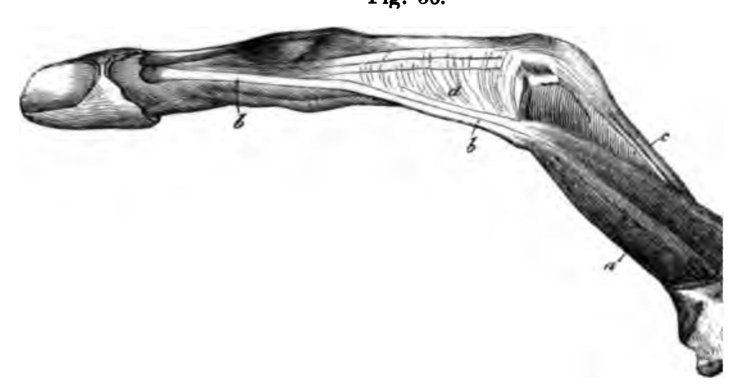
deckten Thatsachen nicht kannte, als ich mich an meine Untersuchung über die Functionen der Muskeln an der Hand machte. Der Vorwurf der Unkenntniss historischer Thatsachen, den man gegen uns Alle richten könnte, sollte, wie mir scheint, auf die Autoren der klassischen Lehrbücher zurückfallen; diese hätten sie wegen ihrer Wichtigkeit und der Autorität der berühmten Männer, die ihre Behauptungen so lange Jahre vertreten haben, erwähnen müssen.

gewisse Personen werden den Grund errathen*) — anat
Untersuchungen folgen zu lassen, da ich der Ueberzeugu
dass die anatomischen Beschreibungen der die Finger o
Daumen bewegenden Muskeln, die in den zeitgenössischen kla
Lehrbüchern enthalten sind, ungenau oder unvollständig wa

286. Aber in dieser wichtigen Aufgabe kam mir ein g
Anatom, Herr Professor Cruveilhier, zuvor.

Nachdem er Zeuge der Thatsachen gewesen war, die
den elektrophysiologischen Versuchen, die ich täglich an d
viduen seiner Abtheilung in der Charité machte, ergeben
nachdem er ihre Richtigkeit und ihre vollkommene U
stimmung mit klinischen Thatsachen, die ich ihm mit
ocnstatirt hatte, erzeigte er mir die Ehre, sie als vollkom
wiesen anzunehmen und mit der Autorität seines Namens zu

Fig. 56.



und veröffentlichte in einer neuen Ausgabe seines Lehrbu
Anatomie, die damals unter der Presse war (den Ausga
Jahres 1855 und 1861) seine anatomischen Untersuchungen
Endigungsweise der Interossei, der Lumbricales und der Ex
der Hand, Untersuchungen, bei denen er durch meine aus der

---

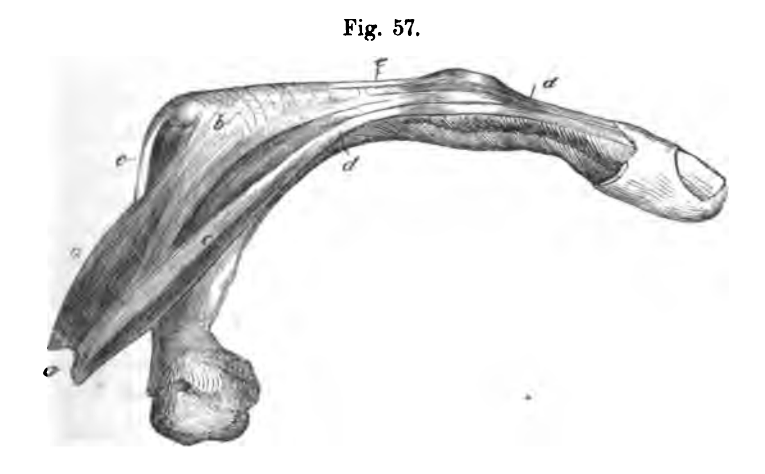
*) Meine Versuche geschahen seit mehreren Jahren täglich und
in den Hospitälern, und ich war schon das Opfer einiger Diebstähle g

Fig. 56. Ringfinger der linken Hand mit seinem Interosseus dors
adductorius. — *a* Interosseus dorsalis oder adductorius, *b b* Sehne d
osseus dorsalis für die Endphalanx, *c* Sehne des Extensor digitorum c
d aponeurotische Ausbreitung, welche die Interosseussehne zur Endpha
der Sehne des Extensor digitorum communis vereinigt.

musculären Versuchsmethode sich ergebenden physiologischen Entdeckungen inspirirt war.

287. Herr Cruveilhier hat nicht allein die Richtigkeit der von Columbus entdeckten Thatsachen constatirt; sondern auch erkannt, wie ich schon bei Gelegenheit des Extensor communis digitorum sagte, dass die seitlichen Bändchen, die zur dritten Phalanx gehen und die mit Unrecht auf diesen letzteren Muskel bezogen worden waren, zum grossen Theil die Fortsetzung der vereinigten Sehnen der Interossei und Lumbricales sind (siehe Fig. 56 *a*, *b b*); dass zwischen der Sehne des Extensor digitorum communis und den Sehnen der Mm. interossei und lumbricales in der Gegend der ersten Phalanx ein dreieckiger Raum vorhanden ist, der von parallelen aponeurotischen Fasern eingenommen wird, wodurch alle

Fig. 57.



diese Sehnen unter einander verbunden sind und eine Art von Scheide um die hintere Hälfte der zweiten Phalanx gebildet wird.

Aus seinen neuen Untersuchungen hat Herr Cruveilhier auch entgegen der Meinung, die er früher vertreten, und der anatomischen Beschreibung, die er in der ersten und zweiten Ausgabe seines Lehrbuchs der Anatomie davon gegeben hatte, den Schluss gezogen,

---

Fig. 57. Ringfinger der rechten Hand mit seinem Interosseus adductorius. — *a* Phalangealbündel des Interosseus, *b* Anheftung des Phalangealbündels an das obere Ende der ersten Phalanx, *c* Bündel des Interosseus für die Endphalanx, *d d* Sehne des Interosseus zur Endphalanx, *e* Mediane Sehne des Extensor digitorum communis.

dass die Interossei sich nicht an die erste Phalanx der Finger anheften*).

288. Nun hat Bouvier entgegen der neuerdings von Cruveilhier formulirten Ansicht, nachdem er ebenfalls nach Cruveilhier constatirt hatte, dass die von den Autoren auf die Sehnen des Extensor digitorum longus bezogenen Fasern zum grossen Theil nichts Anderes sind, als wahre bandförmige Sehnen, die den Interosseis und Lumbricales einzeln oder vereinigt zur Endigung an den Seiten der Finger dienen, H. Bouvier also erklärt, ganz zweifellos gesehen zu haben, dass die Interossei sich ausserdem noch an der ersten Phalanx der Finger inseriren. Man wird bemerken, dass die Ansicht Bouvier's derjenigen Winslow's (siehe 280), die später von Sömmering und Boyer getheilt wurde, conform ist.

In der gelehrten Mittheilung, die Herr Bouvier über das anatomische Verhalten der Muskeln an der Hand der Academie der Medicin gemacht hat, giebt er von der Endanheftung der Interossei folgende Beschreibung: „Sie geschieht (die Insertion der Interossei an die erste Phalanx) durch eine sehr kurze Sehne (siehe *a*, *b* Fig. 57) von einer Dicke, die der des Fleischbündels proportional ist. Dieselbe ist im Allgemeinen schmächtiger bei den Interossei palmares als bei den dorsales, sehr voluminös beim Abductor indicis (dem ansehnlichsten dieser Muskeln), selten fehlend und dann ersetzt durch Fasern, die sich mit den Bändern der Articulatio metacarpo-phalangea vereinigen“ **).

Ich kann die Richtigkeit dieser Beschreibung bezeugen, denn Herr Bouvier hatte die Freundlichkeit, mir die meisten anatomischen Präparate, die er selbst angefertigt hatte, zur Verfügung zu stellen.

Man kann anderseits auch die Richtigkeit der von Cruveilhier beschriebenen anatomischen Thatsachen nicht bestreiten, der sich ausserdem noch auf die Autorität von Columbus stützen kann. — Das Fehlen der ausschliesslich phalangealen Anheftung eines Interosseus habe ich selbst an einem Finger constatirt, den Herr Jarjavay die Güte hatte unter meinen Augen zu präpariren.

Aus der Gesammtheit dieser Thatsachen muss man also schliessen, dass die Endanheftung der Interossei Varietäten darbietet.

[illegible]raité d'anatomie descriptive. III. u. IV. éd.

[illegible]emerkung über einen Fall von Lähmung der Hand, gelesen in der [illegible]ie der Medicin am 11. Nov. 1851. Bull. de l'acad. de méd. t. 17 p. 125.

289. Es wäre von Wichtigkeit, festzustellen, welche der beiden vorstehenden Beschreibungen dem Normalzustande am nächsten kommt. Wenn ich über diesen Punkt eine Meinung aussprechen müsste, so würde ich sagen, dass mir das von Herrn Bouvier angegebene anatomische Verhalten am häufigsten zu sein scheint, weil ich auf etwa 15 Fälle, von denen ich die Interossei habe präpariren sehen oder selbst präparirt habe, zu der anatomischen Thatsache, die er angegeben hat, keine einzige Ausnahme angetroffen habe, d. h. ich habe immer die doppelte Sehnenendigung der Interossei constatirt, die auf Fig. 57 abgebildet ist. — Was diese Meinung noch verstärken muss, ist, dass die Allgemeinheitder Anatomen und selbst diejenigen, die die Anheftung der Interossei an die Endphalanx übersehen haben, sämmtlich die Endigung dieser Muskeln an der oberen und seitlichen Partie der ersten Phalanx constatirt haben.

290. Das Phalangealbündel der Interossei (*a* Fig. 57) und in seiner Abwesenheit die fibrösen Anheftungen, die von der Sehne dieser Muskeln zur Articulatio metacarpo-phalangea gehen (*d* Fig. 56) begünstigen die Unabhängigkeit der Seitwärtsbewegungen der Finger. Wie man nämlich leicht versteht, würde die Abduction oder Adduction der Finger, wenn diese Anheftungen nicht vorhanden wären, nicht stattfinden können, ohne dass die Beugebewegungen der ersten und Streckbewegungen der beiden letzten Phalangen gleichzeitig und genau entsprechend dem Contractionsgrade der Mm. interossei und lumbricales geschähen. So können also Dank der Anheftung dieser letzteren Muskeln an die erste Phalanx die Bewegungen der Spreizung oder Annäherung der Finger auch ohne Streckung der beiden letzten Phalangen stattfinden.

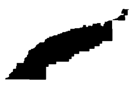
Vor Herrn Bouvier war die anatomische und physiologische Unabhängigkeit, die zwischen dem für die erste Phalanx bestimmten und dem zur Endphalanx gelangenden Bündel der Interossei besteht, niemals so gut beschrieben oder bewiesen worden. Wie nämlich dieser gelehrte Beobachter sagt, ist das erstere Bündel „der Wirkung dieses Muskels auf die letzten Phalangen nicht hinderlich, weil jede der beiden Sehnen besondere und bis zu einem gewissen Punkte selbstständige Fleischfasern erhält, so dass der Muskel wie ein zweiköpfiger Muskel gleichsam in zwei Portionen getheilt scheint: die eine, welche speziell zur Streckung der beiden letzten Phalangen des Fingers dient, die andere für die Seitwärtsneigung desselben und die Beugung seiner ersten Phalanx."

291. Ich mache noch darauf aufmerksam, dass das zur ersten Phalanx gelangende Bündel der Interossei auf die Beugung der ersten Phalanx nicht so kräftig wirkt, wie das zur Endphalanx gehörige; durch den folgenden Versuch wird dies bewiesen. Wenn man an dem Bündel für die erste Phalanx, während dieselbe in Streckung steht, nur leicht zieht, so sieht man diese Phalanx zunächst ihre Abductions- oder Adductionsbewegung ausführen, dann aber, so zu sagen, zögern, ehe sie sich in Beugung stellt. Wenn die Beugung ohne Weiteres und energisch geschehen soll, muss man an dem zum ersten Phalanx gehenden Bündel kräftig ziehen, oder die Phalanx muss ihre Beugebewegung durch Wirkung des zur Endphalanx gelangenden Bündels schon angefangen haben; in Wirklichkeit ist also das letztere der Hauptbeuger der ersten Phalanx, während es dagegen bei der Abduction oder Adduction weniger wirkt, als das zur ersten Phalanx gelangende Bündel.

Demnach kann das Bündel der Interossei für die erste Phalanx die Seitwärtsbewegung derselben unabhängig von der Beugung bewirken, trotzdem aber auch bei dieser letzteren Bewegung, die unter dem specielleren Einflusse des Bündels für die Endphalanx steht, mitwirken.

292. Es dürfte unmöglich sein, einen Mechanismus zu erdenken, der ingeniöser und für die gleichzeitigen Bewegungen der Beugung der ersten und Streckung der zwei letzten Phalangen günstiger wäre, als der, welcher aus dem anatomischen Verhalten der Interossei und Lumbricales hervorgeht.

In der ersten Strecke ihres Verlaufes nämlich, d. h. von dem unteren und vorder-seitlichen Ende des Mittelhandknochens bis zum unteren, hinteren Ende der ersten Phalanx haben die Sehnen der Interossei und Lumbricales eine schiefe Richtung von vorn und oben nach hinten und unten, der Art dass, da der bewegliche Punkt an der Articulatio metacarpo-phalangea, der feste Punkt am unteren Ende des ersten Mittelhandknochens liegt, die erste Phalanx bei der Contraction der genannten Muskeln nothwendiger Weise um so kräftiger in Beugestellung gezogen werden muss, als die Sehnen ihre Wirkung hauptsächlich auf das Ende des von der Phalanx gebildeten Hebelarmes üben.

I– ^–– ²weiten Strecke ihres Verlaufes, d. h. vom unteren Ende

alanx bis zum oberen Ende der dritten, verlaufen die
er Rückenfläche der beiden letzten Phalangen und ihrer
g parallel. Daraus folgt, dass die Contraction der

Muskeln, von denen diese Sehnen abgehen, nichts anderes als die Streckung der dritten und darauf der zweiten Phalanx bewirken kann. Da nun aber die Contraction der Interossei und Lumbricales auf die ganze Länge ihrer Sehnen in gleicher Weise wirkt, so müssen die beiden Bewegungen in umgekehrter Richtung, nämlich die Beugebewegung der ersten Phalanx und die Streckbewegung der beiden letzten, deren Mechanismus ich soeben erklärt habe, nothwendiger Weise gleichzeitig stattfinden.

293. Um die wunderbare Zweckmässigkeit der von der Natur zu dem Zwecke, die Bewegungen, deren Mechanismus ich soeben dargelegt habe, zu erreichen, angewandten Mittel richtig zu verstehen, muss man den Versuch gemacht haben, zu denselben Resultaten durch andere mechanische Combinationen zu gelangen; dies habe ich gethan.

Ich wage kaum zu gestehen, dass ich geglaubt hatte, man könnte dieselben Bewegungen durch einfachere Mittel erreichen. So z. B. sagte ich mir, da doch die Natur den Extensor digitorum communis nur dazu bestimmt hatte, ausschliesslich die erste Phalanx zu strecken, warum hat sie denn nicht einfach die Sehne dieses Muskels am hinteren Theil dieser Phalanx befestigt? Welchen Nutzen kann überdies die Verlängerung dieser Sehne bis zum unteren hinteren Theil der letzten Phalanx gewähren? Liegt hier nicht eine unnöthige Complication vor?

Ich nahm also die Skelethand vor, von der oben die Rede war (siehe 264), befestigte einen der Fäden, die den Extensor digitorum communis vorstellen, an der hinteren unteren Partie einer ersten Fingerphalanx und zog gleichzeitig an diesem Faden und an den anderen, die den Flexor sublimis und profundus digitorum vorstellten. Auf diese Weise erhielt ich die umgekehrt gerichteten Bewegungen der Streckung der ersten und Beugung der zwei letzten Phalangen. Soweit hatte mein Vorgehen den Vortheil der grösseren Einfachheit und gab doch dieselben Ergebnisse, wie das normale anatomische Verhalten der Sehne des Extensor digitorum communis.

Wozu sollte andererseits der Zusammenhang (*d* Fig. 56) der Sehne der Interossei und Lumbricales (*b*) mit der medianen Sehne dienen? War es nicht einfacher, die Sehne dieser kleinen Muskeln in einer selbstständigen Synovialscheide, die ihrer natürlichen Richtung folgte, gleiten zu lassen? Thatsächlich suchte ich ein solches Verhalten nachzuahmen, indem ich die Fäden, die sie vertreten sollten, in Ringen gleiten liess, die an den Phalangen der Richtung ihrer

Sehnen folgend (siehe den Zeigefinger *G* auf Fig. 54) befestigt waren; solche lagen demnach am unteren und anterolateralen Theil 5 der ersten Phalanx, am unteren und posterolateralen Theil 6 der ersten Phalanx, am oberen und posterolateralen Theil der zweiten Phalanx und endlich am hinteren und medianen Theil 8 des unteren Endes derselben zweiten Phalanx. Wenn ich an den Fäden zog, die durch diese Ringe hindurchgezogen und an das hintere und obere Ende 9 der dritten Phalanx befestigt waren, so bewirkte ich mit Leichtigkeit und grosser Energie die Bewegungen, die den Interossei und Lumbricales zukommen (Beugung der ersten und Streckung der beiden letzten Phalangen).

294. Aber zugleich stellten sich die schweren Unzuträglichkeiten dieser mechanischen Vorrichtung heraus: Anstatt dass die Streckbewegungen der beiden letzten Phalangen in regelmässiger Weise geschehen, wie in dem kleinen Finger *J*, dessen künstliche Interossei 11 mein Finger *K*, spannt, gingen sie über das Ziel hinaus, und die Phalangen bogen sich so stark zurück, dass sie in der Gegend der Phalangealgelenke einen nach hinten offenen Winkel bildeten, wie beim Mittelfinger *I*, dessen künstliche Interossei dorsales 10, wie man sieht, durch meinen Finger *K* stark gespannt werden. Abgesehen von dieser Verunstaltung der Finger war es schwierig, wenn nicht unmöglich, sobald dieselbe einen gewissen Grad erreicht hatte, durch gleichzeitigen Zug an den Fäden, die zur Stellvertretung der Extensores und des Flexor superficialis und profundus dienten, die umgekehrt gerichteten Bewegungen der Streckung der ersten und Beugung der beiden letzten Phalangen zu erhalten.

Dieser mechanische Versuch enthielt für mich eine gute Lehre: Er bewies mir, dass die Interossei und Lumbricales in ihrer Wirkung auf die beiden letzten Phalangen beschränkt oder gezügelt werden müssen, wenn sie nicht ihre Ueberbiegung nach rückwärts bewirken sollen.

Wirklich konnte ich auch, als ich Gelegenheit fand, Sectionen an Personen zu machen, bei denen sich die Fingerphalangen normaler Weise beträchtlich gegen einander zurückbogen, constatiren, dass in diesen Fällen die mediane Sehne des Extensor digitorum communis zu frei spielte, und die Fasern, die sie an die Articulatio metacarpo-phalangea befestigen, eine übermässige Dehnung erlitten Anderseits habe ich bei Individuen, deren Phalangen sich

: gewissen pathologischen Bedingungen kann diese Ueberbiegung
en zu so starker Verbildung ihrer Gelenkflächen führen, dass sie

so überbogen, beobachtet, dass diese Ueberbiegung bei der Faradisation der Interossei noch zunahm.

295. Der Versuch bewies mir ausserdem, dass die mediane Sehne bis zu ihrer Anheftungsstelle am oberen, hinteren Theil der zweiten Phalanx nur zu dem Zwecke fortgesetzt worden ist, um zur Beschränkung der Wirkung der Interossei und Lumbricales zu dienen. Jene Sehne steht nämlich mit den Sehnen dieser kleinen Muskeln (siehe *b b* Fig. 56) in innigem Zusammenhang und schickt ihnen auf jeder Seite aponeurotische Fasern (*d*) zu, und da sie in der Gegend der Articulatio metacarpo-phalangea selbst angezügelt ist, wie ich oben gezeigt habe (siehe 7, Fig. 55), so setzt sie nothwendiger Weise vermittelst dieser aponeurotischen Fasern der Wirkung der Interossei und Lumbricales auf die Streckung der beiden letzten Phalangen eine Schranke.

Man wird bemerken, dass die den Zusammenhang vermittelnden Fasern (siehe *d*, Fig. 56) an Länge abnehmend sich vom unteren Ende des ersten Mittelhandknochens bis zum unteren Ende der ersten Phalanx erstrecken, so dass die seitlichen Bändchen hinter den Gelenkverbindungen zwischen der ersten und zweiten und der zweiten und dritten Phalanx bleiben, ein anatomisches Verhalten, vermittelst dessen diese sehnigen Bändchen im Stande sind, die Streckung der beiden letzten Phalangen zu bewirken.

Als ich versuchte, an meiner Skelethand die oben beschriebene neue Einrichtung zu treffen (siehe 293), die ich für einfacher als die natürliche hielt, weil sie mir gestattete, die Fortsetzung der Sehnen der Interossei bis zum hinteren, oberen Theile der ersten Phalanx zu unterdrücken, hatte ich auch an eine andere Unzuträglichkeit, die sie mit sich führte, nicht gedacht. Sie hätte nämlich Synovialscheiden nöthig gemacht, die dazu dienten, die Sehnen der Interossei und Lumbricales in ihrer natürlichen Richtung zu erhalten und sie in ihnen gleiten zu lassen, Synovialscheiden, die an den Seiten der ersten Phalangen und auf der Rückenfläche der beiden letzten hätten liegen müssen. Welchen Gefahren wären diese Synovialscheiden bei

---

ihre entgegengesetzt gerichteten Bewegungen, die, wie man jetzt weiss, für die Verrichtungen der Hand unerlässlich sind, verhindern. Ein Beispiel der Art sieht man auf einer der Figuren, die Herr Charcot in seiner beachtenswerthen Dissertation: Étude pour servir à l'histoire de l'affection connue sous le nom de goutte asthénique primitive, nodosité des jointures veröffentlicht hat. Dieselbe Figur habe ich in meinem Traité de l'électrisation localisée. 2. édit. p. 482 fig. 82 wieder abgebildet.

den Verrichtungen der Hand ausgesetzt gewesen, und wie ungraziös wäre dadurch die Form unserer Finger geworden!

Alles in Allem haben die Versuche, die ich an meiner Skelethand anstellte, mich dazu gebracht, die verständigen und ingeniösen mechanischen Combinationen zu verstehen und zu bewundern, die die Natur anwandte, um vermittelst eines einzigen Motors gleichzeitig die verschiedenen Bewegungen der Beugung der ersten Phalanx, der Streckung der beiden letzten Phalangen und der Seitwärtswendung der ersten Phalanx in regelmässiger Weise und in beschränkten Grenzen herbeizuführen.

Ich habe wohl nicht nöthig, hinzuzufügen, dass ich an meiner Skelethand die gleichzeitigen Bewegungen einer Beugung der ersten und Streckung der beiden letzten Phalangen nur dann ohne Ueberbiegung der Phalangen, wie beim kleinen Finger der Fig. 54 erhalten konnte, wenn ich die Natur so treu wie möglich nachahmte, d. h. vermittelst eines Seidenfadens in der Gegend der ersten Phalanx eine Verbindung der künstlichen Sehne des Extensor und des Interosseus herstellte; diese Verbindung erfüllt dann genau dieselbe Aufgabe, wie die fibröse Verbindung *d* auf Fig. 56.*)

§ III. Muskeln, die den Daumen bewegen.

296. Die Muskeln des Daumenballens mit Ausnahme des Opponens strecken, wie man sich erinnert, die zweite Daumenphalanx, während sie die erste seitwärts nach innen oder nach aussen und etwas nach vorn neigen und sie um ihre Längsaxe drehen. Durch meine elektrophysiologischen und klinischen Untersuchungen werden diese physiologischen Thatsachen vollkommen bewiesen (siehe den vierten Artikel p. 165 ff.).

---

*) Zum Verständniss des Mechanismus der Fingerbewegungen bin ich erst nach sehr vielen Experimenten an aus Holz gefertigten oder Skelet-Händen und nach jahrelangem Nachdenken gelangt. Auf neue Präparationen und zahlreiche klinische Beobachtungen, die ich seit mehr als 10 Jahren gesammelt habe gestützt, bin ich von der Richtigkeit der mechanischen Erklärungen, die ich soeben gegeben habe, immer mehr überzeugt worden. Daher habe ich von einem geschickten Präparator, Herrn Vasseur, Skelethände construiren lassen, bei denen die Finger vermittelst künstlicher Sehnen oder Darmsaiten, [illegible] den im Vorstehenden beschriebenen anatomischen Bedingungen [illegible] natürlichen Bewegungen ausführen können. Um ihren Mechanis[illegible], kann man an dieser künstlichen Hand beliebig alle Functions[illegible]ungen, die den partiellen Lähmungen der die Finger bewegenden [illegible] sind

Die anatomischen Verhältnisse, mit Hülfe deren man den Mechanismus dieser Bewegungen verstehen kann, wurden erst gegen die Mitte des 18. Jahrhunderts entdeckt.

Zuerst hat Sabatier die Verbindung angegeben, die zwischen mehreren Muskelbündeln des Daumenballens und der Sehne des Extensor pollicis longus besteht. So beschreibt er die Sehnenendigung des Abductor pollicis brevis in folgender Weise: „Seine Sehne (die des Abductor brevis) geht über die Radialseite des oberen Endes der ersten Phalanx hinweg und befestigt sich theilweise daran. Einige ihrer Fasern vereinigen sich mit der Sehne des Extensor pollicis und setzen sich bis an das Ende desselben fort." *)

Auch eine aponeurotische Ausbreitung, die von der Sehne der inneren Portion des Flexor brevis an die entsprechende Seite der Sehne des Extensor pollicis longus geht, hat dieser Anatom entdeckt.

Dieselben aponeurotischen Ausbreitungen haben auch Sömmering**) im Jahre 1796 und Boyer im Jahre 1799 beschrieben, aber lange nicht mit derselben Genauigkeit.

297. Ihren Nutzen hat keiner dieser Anatomen eingesehen. Es ist kaum zu erklären, dass solche Beobachter, wie Sabatier und besonders Sömmering, der sich stets befleissigt hat, die Anatomie zu erklären und ihr Gebiet durch die in der Physiologie geltenden Thatsachen zu erweitern, nicht die anatomische und physiologische Beziehung erfasst haben, die zwischen den fibrösen Ausbreitungen der Muskeln des Daumenballens und der Interossei und Lumbricales besteht. Sie behaupteten nämlich, dass die fibrösen Ausbreitungen, die den Abductor brevis und die äussere Portion des Flexor brevis pollicis mit der Extensorensehne des Daumens verknüpfen, die Streckung der ersten und zweiten Phalanx bewirken. — Ich brauche wohl nicht zu sagen, dass, wenn es so wäre, der Daumen einige der Haupteigenschaften einbüssen würde, die die menschliche Hand auszeichnen. Wie man sich nämlich erinnern wird, habe ich in meinen elektrophysiologischen und klinischen Untersuchungen den Beweis geführt, dass die meisten Verrichtungen der Hand die gleichzeitigen Bewegungen einer Beugung der ersten und Streckung der zweiten Phalanx des Daumens nothwendig erfordern.

298. Die genannten aponeurotischen Ausbreitungen haben dasselbe Schicksal gehabt wie diejenigen, durch welche die Interosseus-

*) Sabatier, Traité d'anatomie Paris 1764.

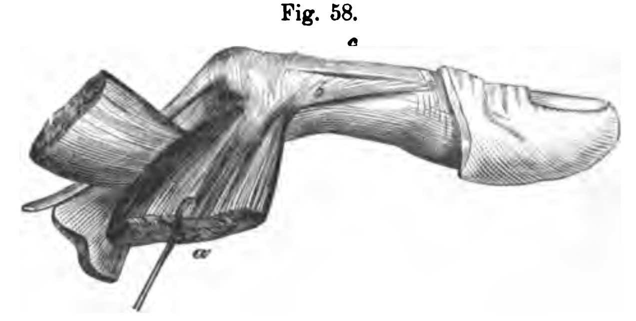
**) Sömmering, De corporis humani fabrica, 1796.

sehnen mit den Sehnen des Extensor digitorum communis vereinigt werden, d. h. sie sind von den modernen Autoren mit Stillschweigen übergangen worden. Ja noch mehr, in den schönen anatomischen Tafeln von Bourgery sind sie naturgetreu abgebildet, ohne dass der Autor daran gedacht hat, sie zu beschreiben. Selbst Herr Cruveilhier hat über diese aponeurotischen Ausbreitungen Stillschweigen beobachtet, obgleich er in den beiden letzten Ausgaben seines Lehrbuchs der Anatomie meine Untersuchungen über die Interossei zuerst einem grösseren Publikum zugänglich gemacht und die anatomischen Thatsachen wieder zu Ehren gebracht hat, durch die sich die Wirkungen dieser kleinen Muskeln erklären lassen; er hat sogar die unbestreitbaren Ergebnisse meiner Untersuchungen über die Bewegungen des Daumens nicht erwähnt.

Es ist deshalb nöthig, das anatomische Bestehen solcher aponeurotischer Ausbreitungen der Muskeln des Daumenballens, ohne welche die Verrichtungen des Daumens beinahe unmöglich wären, wieder zu Ehren zu bringen.

299. So oft ich die Muskeln des Daumenballens präparirt habe, konnte ich stets das Vorhandensein der von Sabatier entdeckten aponeurotischen Ausbreitungen constatiren.

Fig. 58.



Sowohl die innere Portion des Flexor brevis pollicis, als auch — was Sabatier nicht erkannt hat — der Adductor pollicis (*a* Fig. 58) schicken, nachdem sie sich zum inneren Sesamknochen begeben haben, eine aponeurotische Ausbreitung (*b*) ab, die ihn mit der Sehne des Extensor pollicis longus (*c*) in Verbindung setzt.

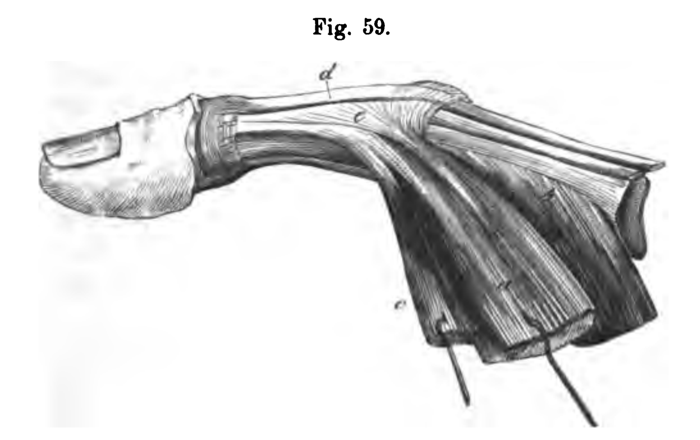


ıumen von der Innenseite. — *a* Adductor pollicis, *b* aponeutung zur Sehne des Extensor pollicis longus, *c* Sehne des Exlongus.

Auf Figur 59 sieht man, wie der Abductor brevis pollicis eine aponeurotische Ausbreitung *e* zur Sehne *d* des Extensor pollicis longus schickt (die anatomische Thatsache ist von Sabatier entdeckt, siehe 296).

Auf dem Wege der elektrischen Untersuchung entdeckte ich, dass die äussere Portion des Flexor brevis pollicis das gleiche anatomische Verhalten darbieten musste (eine aponeurotische Ausbreitung, die ihn mit der Sehne des Extensor pollicis longus in Verbindung, bringt), wodurch die zweite Phalanx des Daumens gestreckt wird, während die erste gebeugt wird. — Sabatier und Sömmering haben diese wichtige anatomische Thatsache nicht gekannt, und es war somit in der anatomischen Beschreibung der Muskeln des Daumenballens noch eine Lücke auszufüllen.

Fig. 59.



Erst Herr Bouvier hat sich in einer Mittheilung an die Academie der Medicin beeilt, die neuen elektrophysiologischen Thatsachen, die sich aus meinen Untersuchungen über die Hand ergaben, durch sein Zeugniss zu bekräftigen und auch jene anatomische Thatsache bestätigt, die ich aus dem elektrophysiologischen Versuche gefolgert hatte. Auf Fig. 59 sieht man, dass wirklich die äussere Portion *c* des Flexor brevis pollicis ebenso wie der Abductor pollicis brevis *a* eine aponeurotische Verlängerung von sich abgehen lässt, die ihn mit der Sehne des Extensor pollicis longus vereinigt.

Fig. 59. Daumen von der Aussenseite. — *a* Abductor pollicis brevis, *b* Opponens pollicis, *c* Aeussere Portion des Flexor brevis pollicis, *d* Sehne des Extensor pollicis longus, *e* Aponeurotische Ausbreitung des Abductor pollicis brevis zur Sehne des Extensor pollicis longus *d*.

300. Wenn man an einer präparirten Hand eine Zugwirkung an den Mm. abductor brevis und adductor pollicis und an der inneren und äusseren Portion des Flexor brevis pollicis übt, so kann man die Beugung der ersten und Streckung der zweiten Phalanx des Daumens ebenso gut wie bei elektrophysiologischer Versuchsweise erhalten.

Ich füge hinzu, dass man in gleicher Weise die Seitwärtsneigung der ersten Daumenphalanx und die Drehung derselben um ihre Längsaxe an der Leiche erzeugen kann, Bewegungen, die man, wie man weiss, bei elektrischer Reizung der betreffenden Muskeln erhält und ohne die der Daumen mit den meisten Fingern nicht in Berührung gebracht werden könnte.

Der Mechanismus dieser Bewegungen der beiden Daumenphalangen in umgekehrtem Sinne ist ebenso einfach wie ingeniös. Da er aber genau der gleiche ist, wie der, welcher die Beugung der ersten und Streckung der beiden letzten Phalangen der übrigen Finger bewirkt, deren Zustandekommen ich bei Gelegenheit der Studie über die Interossei und Lumbricales erklärt habe, so will ich ihn hier nicht weiter ausführen.

301. Die besondere Wirkung, welche jeder von den Muskeln des Daumenballens auf die erste Daumenphalanx übt, die auf elektrischem Versuchswege und durch die klinische Beobachtung so klar erwiesen wird, und kraft deren beispielsweise der Abductor brevis pollicis die Opposition des Daumens gegen die dritten Phalangen des zweiten nnd dritten Fingers, das äussere Bündel des Flexor brevis dagegen nur die Opposition gegen die zweiten Phalangen des zweiten bis fünften Fingers zu Stande bringt (siehe Seite 189 *E)*, ist von den Anatomen nicht richtig erkannt worden.

302. Die Sehne des Extensor pollicis longus bot anscheinend eine grosse Aehnlichkeit mit den Sehnen des Extensor digitorum communis. Sie endigt nämlich wie die letzteren am hinteren, oberen Ende der zweiten Phalanx. Dennoch besteht ein anatomisches Verhalten, das die Sehnen dieser beiden Muskeln wesentlich unter einander unterscheidet, da es ihre Eigenwirkung und die Functionen, die sie zu erfüllen haben, sehr verschieden gestaltet.

Man erinnert sich der fibrösen Verbindung, welche die Sehnen [illegible] ‹or digitorum communis so innig mit der Articulatio [illegible])halangea vereinigt, dass sie diesem Muskel die Eigen- [illegible] ɜiht, nur die ersten Phalangen zu strecken und seine [illegible] .uf die zweiten und dritten Phalangen vollkommen aufhebt



(siehe 266). Diese mächtige fibröse Verbindung nun existirt nicht beim Extensor pollicis longus. Ich konnte constatiren, dass seine Sehne nur einige spärliche Fasern abgiebt, die sich in der Articulatio metacarpo-phalangea verlieren, aber zu lang und schlaff sind, um die erste Phalanx aufzurichten, wenn ich die Sehne unterhalb der Articulation durchtrennt hatte und nun an dem Muskel zog.

303. Ich brauche wohl nicht besonders darauf aufmerksam zu machen, dass eine ähnliche fibröse Ausbreitung wie die des Extensor digitorum communis dadurch, dass sie die Wirkung des Extensor pollicis longus auf die zweite Phalanx aufgehoben hätte, die Hauptfunction des genannten Muskels zu nichte gemacht hätte; denn er hat ja die Bestimmung, die zweite und erste Phalanx zu strecken und zur selben Zeit den ersten Mittelhandknochen in gerader Richtung gegen den Carpus zu strecken, wie wenn man die Hand aufmacht, ohne den Daumen von den anderen Fingern zu entfernen.

304. Die Anatomen lehrten, dass der Extensor pollicis brevis auch dem ersten Mittelhandknochen eine Streckbewegung ertheilte. Die elektromuskuläre Versuchsweise hat indessen ergeben, dass dies ein Irrthum ist, denn es stellte sich heraus, dass der Muskel kräftig und direkt nur die Abduction des ersten Mittelhandknochens bewirkt (siehe Seite 166, Extensor pollicis brevis).

Wäre die Behauptung der Anatomen begründet gewesen, so hätte der Extensor pollicis brevis eine seiner wichtigsten Funktionen nicht erfüllen können. Wenn man nämlich mit der Hand eine Feder, einen Bleistift hält und den Strich von vorn zurück führen will, so beobachtet man eine Reihe gleichzeitig stattfindender Bewegungen, die in Abduction des ersten Mittelhandknochens, Streckung der ersten Phalanx und Beugung der zweiten bestehen. Wie ich bewiesen habe (siehe 230), resultiren diese Bewegungen aus einer gleichzeitigen Contraction des Extensor pollicis brevis und Flexor pollicis longus. Habe ich nun noch nöthig zu erklären, dass wenn der Extensor pollicis brevis wirklich die Streckung des ersten Mittelhandknochens bewirkte, die Feder dem Daumen und den übrigen Fingern, die sie halten, entgleiten würde, sobald der Muskel in Contraction geräth?

305. Die Abductionsbewegung des ersten Mittelhandknochens war von den Anatomen dem Muskel zugeschrieben worden, welchen sie aus diesem Grunde Abductor pollicis longus genannt haben. Auch dies war ein Irrthum; denn aus meinen Versuchen ist hervorgegangen, dass dieser Muskel die Opposition des ersten Mittelhand-

knochens beginnt d. h. ihn schief nach vorn und innen führt (siehe Seite 166 Abductor pollicis longus), eine Opposition, die von dem Opponens und Abductor pollicis brevis zu einem höheren Grade fortgeführt wird, da dieselben unter gleichen Umständen wie er wirken und er so zu sagen ihr Mitarbeiter ist.

306. Endlich haben die Anatomen behauptet, dass der Flexor pollicis longus beide Phalangen des Daumens beugt und dem ersten Mittelhandknochen eine Bewegung von aussen nach innen ertheilt, so dass man ihn unter die kräftigen Oppositionsmuskeln gerechnet hat.

Eine solche Wirkung hätte die Function, die der Flexor pollicis longus in Gemeinschaft mit dem Extensor pollicis brevis beim Schreiben, Zeichnen u. s. w. zu erfüllen hat, in auffälliger Weise erschwert, wenn nicht verhindert; denn während er dabei die zweite Phalanx gebeugt hätte, hätte er der Streckbewegung der ersten Phalanx und der Abductionsbewegung des ersten Mittelhandknochens entgegen gewirkt.

Glücklicher Weise ist dies nicht die Wirkung des Flexor pollicis longus, denn sowohl das Experiment (siehe Seite 171 Flexor pollicis longus) als die klinische Beobachtung (siehe 253 und 254) haben unbestreitbar erwiesen, dass der Muskel unter physiologischen Umständen dem ersten Mittelhandknochen keine Bewegung ertheilt, und dass er auch auf die erste Phalanx nur schwach wirkt, was die entgegengesetzt gerichteten Bewegungen der Streckung der ersten und Beugung der zweiten Daumenphalanx bei den meisten Verrichtungen der Hand gestattet.

Die Anatomen, die dem Flexor pollicis longus eine so kräftige Wirkung auf die erste Phalanx und den ersten Mittelhandknochen zuertheilten, sind durch den Leichenversuch getäuscht worden. Da sie nämlich bei starkem Ziehen an dem Flexor pollicis longus ausser der Beugung der zweiten Phalanx die Beugung der ersten und die Adduction des ersten Mittelhandknochens erzeugten, so mussten sie glauben, dass dies die diesem Muskel zukommende Wirkung wäre. Unter physiologischen Verhältnissen kann sich aber der Flexor pollicis longus nicht über einen gewissen Grad hinaus verkürzen oder, mit anderen Worten, nicht soweit verkürzen, dass er eine kräftige Beugung der ersten Daumenphalanx und Adduction des ersten Mittelhandknochens bedingen könnte; ebenso hat die klinische Beobachtung ergeben, dass aus demselben Grunde der Flexor sublimis und profundus auf die ersten Phalangen fast ohne Wirkung ist, obgleich man durch starkes Ziehen an ihnen beim Leichnam alle drei Phalangen kräftig beugen kann (siehe 197—199).

307. Alles in Allem ergiebt sich aus dem Vorangegangenen, dass die Anatomen vor den im vorliegenden Capitel berichteten elektrophysiologischen und klinischen Untersuchungen in zahlreiche Irrthümer über die den Mm. extensor brevis, abductor longus und flexor longus pollicis zukommende Wirkung verfallen waren; dass sie von den besonderen Functionen, für die diese Muskeln bestimmt sind, nichts geahnt und ebenso die wichtige Rolle gänzlich verkannt haben, die die Muskeln des Daumenballens bei den feinsten und häufigsten manuellen Verrichtungen und besonders bei denen, die der Intelligenz des Menschen dienen, zu erfüllen haben.

General-Uebersicht.

A. Bewegungen der Hand gegen den Vorderarm.

I. Die Hand wird gegen den Vorderarm gestreckt durch drei Muskeln, von denen jeder eine besondere und unabhängige Wirkung besitzt.

Der eine, der Extensor carpi radialis brevis, streckt die Hand in gerader Richtung, der andere, Extensor carpi radialis longus, streckt sie und stellt sie dabei in Abduction; der dritte, Ulnaris externus, streckt sie und stellt sie dabei in Adduction.

Ich schlage deshalb vor, den ersten „Extensor rectus", den zweiten „Extensor abductorius" und den dritten „Extensor adductorius" der Hand zu nennen (siehe 150, 151, 154).

II. Diese drei Muskeln contrahiren sich gemeinschaftlich, wenn die Streckung der Hand gewaltsam geschieht. Bei den gewöhnlichen Verrichtungen der Hand aber contrahiren sie sich jeder für sich, um die ihnen eigenthümliche Bewegung auszuführen.

III. Der obere Halbkreis, welcher durch die Circumductionsbewegung der Hand beschrieben wird, wird durch die Aufeinanderfolge der Contraction der genannten Muskeln in der Reihenfolge von aussen nach innen oder umgekehrt ausgeführt (siehe 152).

Wenn der Extensor carpi radialis brevis atrophisch oder gelähmt ist, ist diese Circumductionsbewegung nur noch in ungeschickter oder gewaltsamer Weise möglich (siehe 156).

IV. Wenn der Extensor abductorius (Extensor carpi radialis longus) atrophirt ist, so nimmt die Hand, der überwiegenden tonischen Kraft des Extensor adductorius (Ulnaris externus) folgend, eine

Adductionsstellung an, und mit Länge der Zeit verbilden sich die Gelenkoberflächen so, dass sie der fehlerhaften Stellung entsprechen. Dieselben Störungen in der Stellung der Hand finden in umgekehrter Richtung statt, wenn die Läsion im Extensor adductorius der Hand (Ulnaris externus) ihren Sitz hat (siehe 157).

Diese fehlerhafte Stellung der Hand und besonders die Unmöglichkeit, sie in Abduction oder Adduction überzuführen, beeinträchtigt erheblich die Verrichtungen der Hand.

Der Verlust des Extensor abductorius (Extensor carpi radialis longus) verursacht weit bedeutendere Störungen, als der des Extensor adductorius (Ulnaris externus), was den grösseren Nutzen des ersteren gegenüber dem letzteren beweist (siehe 157).

V. Die synergische Contraction der Strecker der Hand begleitet stets die willkürliche Beugung der Finger. Ihrer Mitwirkung beraubt, können die Beuger der Finger nicht mehr kräftig wirken. Diese Thatsache ergiebt sich aus der klinischen Beobachtung (siehe 158).

VI. Die Beugung der Hand gegen den Vorderarm wird ausgeführt: 1) vom Radialis internus, der den äusseren Theil der Hand etwas beugt, ohne eine Seitwärtsbewegung zu ertheilen, 2) vom Ulnaris internus, welcher den entsprechenden Mittelhandknochen noch stärker beugt, 3) vom Palmaris longus, der die Hand in gerader Richtung beugt, 4) vom Abductor pollicis longus (siehe 161, 163 und S. 166, Abductor pollicis longus).

Die klinische Beobachtung ermöglicht, den verhältnissmässigen Nutzen der jedem dieser Muskeln zukommenden Bewegungen bei gewissen Verrichtungen der Hand zu beurtheilen. Im Allgemeinen wird die Beugung der Hand durch ihre synergische Contraction bewerkstelligt.

VII. Der Ulnaris internus ertheilt der Hand keine Adductionsbewegung (siehe 161, 166).

VIII. Die willkürliche Streckung der Finger gegen ihre Mittelhandknochen wird immer von der synergischen, unwillkürlichen Contraction der Beugemuskeln der Hand begleitet (siehe 168, 169). itwirkung dieser letzteren ist die Streckung kraftlos und die iegt sich während der Streckung der Finger gegen den rm um. Dies ergiebt sich aus der klinischen Beobachtung 170).

B. Bewegungen der Finger.

IX. Unter physiologischen Verhältnissen sind 1) die Mm. extensor communis digitorum und extensor proprius indicis et digiti minimi wesentlich nur Strecker der ersten Phalangen, 2) die Mm. flexor sublimis und profundus üben ihre Wirkung hauptsächtlich nur auf die beiden letzten Phalangen, 3) die Interossei und Lumbricales sind dagegen die Strecker der ersten und Beuger der beiden letzten Phalangen.

Diese Sätze ergaben sich aus der elektromuskulären Versuchsweise (siehe 172, 176, 179, 182).

Die klinische Beobachtung bestätigt dieselben und ermöglicht ausserdem, die Grenzen der Wirkung jedes einzelnen dieser Muskel noch genauer festzustellen und ihre verhältnissmässige Bedeutung, sei es hinsichtlich der willkürlichen Bewegungen, sei es hinsichtlich der normalen Stellung der Finger, klarer zu erweisen (siehe 187—190 und 192).

X. Während der Extensor digitorum communis die ersten Phalangen streckt, entfernt er sie gleichzeitig vom Mittelfinger, welcher fest stehen bleibt. Diese seitlichen Bewegungen haben indessen nur einen geringen Umfang.

Der Extensor proprius indicis und digiti minimi bewirkt eine Adduction der entsprechenden ersten Phalanx.

Den Beweis für diese Thatsachen giebt die elektrophysiologische Versuchsmethode (siehe 173—175), bestätigt werden sie durch die klinische Beobachtung (siehe 210).

XI. Für einige Verrichtungen der Hand war es von Vortheil, dass die seitlichen Bewegungen der ersten Phalangen unter gewissen Umständen von denjenigen Muskeln ausgeführt werden konnten, welche die Streckung derselben bewirken, und dass dies unabhängig von der Streckung der beiden letzten Phalangen möglich war (siehe 211 und 212).

XII. Die schweren Functionsstörungen, die man in Folge Wegfalles der Wirkung des Flexor sublimis und profundus — wie ich beispielsweise in Folge einer in der Hohlhand ausgeführten Tenotomie der Flexoren beobachtet habe — bei den Verrichtungen der Hand beobachtet, zeigen den grossen Nutzen, den diese Muskeln haben (siehe 194).

XIII. Die Interossei ertheilen unter dem Einfluss der elektrischen Reizung den Phalangen drei verschiedene Bewegungen: 1) bei einem

mässigen Strome eine Abduction oder Adduction der ersten Phalangen (je nach der Lage der betreffenden Interossei), 2) bei stärkerem Strom eine Streckung der beiden letzten Phalangen, 3) gleichzeitig damit eine Beugung der ersten Phalangen (siehe 181).

Diese Streckbewegung der beiden letzten Phalangen und besonders die Beugebewegung der ersten durch die Interossei geschehen mit grosser Kraft; dies ergiebt sich sowohl aus der elektrophysiologischen Versuchsweise (siehe 182), als der klinischen Beobachtung (siehe 192). Die beiden Bewegungen geschehen gleichzeitig und sind unzertrennlich.

XIV. Die Lumbricales wirken ebenso wie die Interossei auf die Streckung der beiden letzten und Beugung der ersten Phalangen. Sie besitzen keine Seitwärtswirkung, mit Ausnahme des ersten Lumbricalis, welcher eine schwache Abduction der ersten Phalanx des Zeigefingers bewirkt.

XV. Bei elektrophysiologischer Versuchsweise schien sich herauszustellen, dass die Extensoren und Flexoren der Finger bei den willkürlichen Bewegungen noch ein gewisses Maass von Wirkung, diese auf die ersten Phalangen, jene auf die beiden letzten besitzen müssten (siehe 172).

Die klinische Beobachtung zeigt jedoch, dass diese Wirkung so gut wie nicht besteht. Die Individuen nämlich, die ihre Interossei und Lumbricales verloren haben, können weder ihre beiden letzten Phalangen strecken, trotz Intactheit ihres Extensor digitorum communis und der Extensores proprii, die dann nur die Streckung ihrer ersten Phalangen bewirken, noch können sie ihre ersten Phalangen beugen, obgleich sie den Flexor sublimis und profundus noch besitzen, welche Muskeln in diesem Falle nur auf die beiden letzten Phalangen eine Wirkung haben (siehe 197—199).

Anderseits können diejenigen Individuen, die den Extensor communis und proprius digitorum oder den Flexor sublimis und profundus verloren haben, trotzdem noch ebenso kräftig wie normal ihre letzten Phalangen strecken und die ersten beugen, weil sie noch die Interossei und Lumbricales besitzen (siehe 187).

Diese klinischen Beobachtungen beweisen also, dass die Interossei wirklich die einzigen Strecker der beiden letzten und die einzigen Beuger der ersten Phalangen sind.

XVI. Bei den meisten Verrichtungen der Hand sieht man die ersten Phalangen sich strecken, während die beiden letzten sich

beugen, und umgekehrt. Es war also nothwendig, dass die ersten Phalangen von den Mm. flexor sublimis und profundus, die beiden letzten Phalangen von den Mm. extensor communis und extensores proprii digitorum unabhängig waren. Wenn dagegen jene Muskeln in gleicher Weise auf alle drei Phalangen gewirkt hätten, wie man vor meinen Untersuchungen geglaubt hat, so hätten diese entgegengesetzt gerichteten gleichzeitigen Bewegungen der Phalangen, die bei ihrer synergischen Contraction erfolgen, nicht erhalten werden können, ohne dass sie einen gegenseitigen Antagonismus zu besiegen gehabt hätten, der eine grosse Kraftverschwendung erfordert und in Folge davon der manuellen Geschicklichkeit und Leichtigkeit geschadet hätte (siehe 186).

Ein solcher Antagonismus besteht aber nicht, da es heute durch die klinische Beobachtung genügend bewiesen ist, dass unter physiologischen Verhältnissen der Extensor digitorum communis und die Extensores proprii digitorum auf die beiden letzten Phalangen, und der Flexor sublimis und profundus digitorum auf die ersten Phalangen keine wahrnehmbare Wirkung haben (siehe 197 und 198), dass endlich jeder Interosseus oder Lumbricalis gleichzeitig die erste Phalanx beugt und die beiden letzten streckt (siehe 187 und 192).

XVII. Die Interossei, Lumbricales, der Extensor communis und die Extensores proprii digitorum, und der Flexor sublimis und profundus beschränken sich wechselseitig in der tonischen Wirkung, die sie in der Ruhelage auf die Stellung jeder einzelnen Phalanx äussern. Die Interossei und Lumbricales sind nämlich die einzigen Antagonisten des Extensor digitorum communis und der Extensores proprii in ihrer Wirkung auf die ersten Phalangen, des Flexor sublimis und profundus in ihrer Wirkung auf die beiden letzten Phalangen.

Dieser Satz ergiebt sich aus jenen zahlreichen klinischen Fällen, in denen nach Atrophie der Interossei und Lumbricales durch die continuirliche tonische Zugwirkung des Extensor communis und der Extensores proprii digitorum und des Flexor sublimis und profundus die ersten Phalangen in dauernde Streckstellung, die beiden letzten in dauernde Beugung versetzt werden. Diese pathologische Stellung der Phalangen verursacht schwere Functionsstörungen, Verbildungen der Gelenkoberflächen, Subluxationen u. s. w. und giebt der Hand die Form einer Klaue, die mehr unbequem als nützlich ist (siehe 200—203).

XVIII. Die Kenntniss des Zustandekommens der Klauenhand durch Lähmung der Interossei und Lumbricales hat für die chirur-

gische Praxis das grösste Interesse. Heutzutage begreift man, dass die Tenotomie des Flexor sublimis und profundus in der Hohlhand, die in der Absicht ausgeführt wird, eine solche falsche Stellung der Finger zu heilen, nichts Anderes als eine Verstümmelung bewirken kann und die Chancen der Heilung auf immer zerstört. Ein unglückliches Beispiel der Art habe ich oben angeführt (siehe 205). Die Klauenhand verschwindet dagegen, und die Functionen der Hand stellen sich wieder her, sobald die Lähmung der Interossei geheilt ist (206).

XIX. Wie die klinische Beobachtung beweist, erfordert es einen grösseren Kraftaufwand für die Interossei, die Finger in Streckstellung ihrer drei Phalangen einander zu nähern, als dazu gehört, die zwei letzten Phalangen gegen die in Streckung befindlichen ersten Phalangen zu strecken (siehe 213), den Grund oder den Mechanismus dieses Verhaltens habe ich oben auseinander gesetzt (siehe 214). Daraus kann man zur Beurtheilung des Grades der Atrophie oder Lähmung der Interossei ein ausgezeichnetes diagnostisches Kennzeichen entnehmen: die Unmöglichkeit, die Finger in Streckstellung einander zu nähern, kündigt den ersten Grad der Parese dieser Muskeln an, während die Klauenstellung, die sich während der willkürlichen Streckung der Finger bildet, ein Zeichen des vorgeschrittensten Grades der Atrophie oder Lähmung dieser Muskeln ist.

C. Bewegungen des Daumens.

XX. Der Extensor pollicis longus streckt beide Phalangen des Daumens und zieht den ersten Mittelhandknochen und folglich den Daumen selbst schief nach hinten und innen gegen den zweiten Mittelhandknochen. Diese drei Bewegungen geschehen gleichzeitig und mit gleicher Kraft. (Siehe S. 165, 1) Extensor pollicis longus.)

XXI. Der Extensor pollicis brevis (Abductor des ersten Mittelhandknochens und Extensor der ersten Phalanx) ist der einzige directe Abductionsmuskel des ersten Mittelhandknochens. Während er die erste Phalanx streckt und den ersten Mittelhandknochen in Abduction stellt, wird durch den tonischen Widerstand des Flexor [illegible]icis longus die zweite Phalanx eingeschlagen. (Siehe 216, 217 S. 166, 2) Extensor pollicis brevis.)

XXII. Der Abductor pollicis longus führt den ersten Mittel[illegible]ndknochen schief nach aussen und vorn, so dass er ihn mit dem

Aussenrande des zweiten Mittelhandknochens in Opposition stellt. (Siehe 216 und S. 166, 3) Abductor pollicis longus.)

XXIII. Wie sich ebenso aus der elektrophysiologischen Versuchsweise als der klinischen Beobachtung ergiebt, bleiben die Mm. extensor longus, extensor brevis und abductor longus pollicis den Supinationsbewegungen der Hand vollkommen fremd (Siehe 219, 236—238).

XXIV. Wenn die genannten drei Muskeln sich im höchsten Grade ihrer Contraction befinden, so ertheilen sie der Hand ganz andere Bewegungen: der Abductor longus beugt dieselbe kräftig und neigt sie dabei nach seiner Seite, der Extensor longus übt auf sie die entgegengesetzte Wirkung wie der Abductor longus, der Extensor brevis zieht sie gerade nach aussen (siehe 218).

XXV. Der Wille kann den Extensor brevis oder Abductor longus pollicis nicht in Thätigkeit versetzen, ohne dass sich der Ulnaris externus synergisch contrahirt, um während der Abduction des ersten Mittelhandknochens oder der schiefen Bewegung desselben nach vorn und innen die Hand in ihrer Lage zu erhalten (siehe 220).

XXVI. Der Opponens pollicis beugt den ersten Mittelhandknochen kräftig gegen den Carpus und zieht ihn gleichzeitig nach einwärts, bis sein unteres Ende mit dem zweiten Mittelhandknochen correspondirt. Er bewirkt eine geringere Opposition als der Abductor brevis und die äussere Portion des Flexor brevis pollicis (siehe 225 und S. 171, 3) Opponens pollicis).

XXVII. Der Abductor pollicis brevis ertheilt dem ersten Mittelhandknochen eine ähnliche Bewegung wie der Opponens pollicis. Gleichzeitig streckt er die zweite Phalanx und neigt die erste Phalanx nach seiner Aussenseite, indem er sie von aussen nach innen um ihre Axe rotiren lässt. Aus dieser Gesammtheit von Bewegungen resultirt, dass die Daumenkuppe zu den Spitzen des zweiten und dritten Fingers, welche in der Articulatio metacarpophalangea gebeugt, in den beiden anderen Gelenken gestreckt sind, in Oppositionsstellung steht (siehe 222, 225, 226 und S. 169, 1) Muskelbündel, die sich an die Aussenseite der ersten Daumenphalanx begeben).

XXVIII. Das äussere Bündel des Flexor pollicis brevis streckt die zweite Phalanx ebenso wie der Abductor pollicis brevis. Es neigt den ersten Mittelhandknochen und die erste Phalanx mehr

seitwärts gegen den kleinen Finger hin, so dass es die Kuppe des Daumens den vier anderen Fingern entgegenstellen kann. Da es aber den ersten Mittelhandknochen weniger stark nach vorn beugt als der Abductor pollicis brevis, so vermag es das Ende des Daumens nur den zweiten Phalangen der anderen Finger gegenüberzustellen. Daraus folgt, dass der Daumen und die übrigen Finger sich dann mit ihren Spitzen nicht berühren können, ohne dass sich die erste Phalanx der Finger in Streckung und die beiden letzten Phalangen in Beugung stellen. Dies wird durch die klinische Beobachtung erwiesen (siehe S. 196).

XXIX. Der Adductor pollicis (unter dem man das innere Bündel des Flexor brevis, das sich wie er zum inneren Sesamknochen begiebt, mit begreifen muss, weil sie beide dieselbe Wirkung haben) zieht den ersten Mittelhandknochen nach aussen und stellt ihn etwas nach vorn von dem zweiten Mittelhandknochen, wenn er sich im Contractionsmaximum befindet. Daraus folgt, dass der Muskel dem ersten Mittelhandknochen vier Bewegungen von entgegengesetzter Richtung ertheilen kann, nämlich: eine Adductionsbewegung, wenn sich der Knochen vorher durch den Extensor pollicis brevis nach aussen gestellt befand; eine Abductionsbewegung, wenn er durch die äussere Portion des Flexor pollicis brevis im höchsten Grade der Adduction oder Opposition stand; eine Streckbewegung, wenn er durch den Abductor pollicis brevis gegen den Carpus gebeugt worden war; und endlich eine Beugebewegung, wenn er durch den Extensor pollicis longus in Streckung versetzt worden war.

Derselbe Adductor bringt auch die erste Phalanx in leichte Beugung, neigt dieselbe nach ihrem Innenrande und ertheilt ihr eine Rotationsbewegung um ihre Längsaxe in entgegengesetzter Richtung, wie der Abductor brevis und die äussere Portion des Flexor pollicis brevis; endlich streckt er noch die zweite Phalanx (siehe S. 170, 2) Bündel, die sich an die Innenseite der ersten Daumenphalanx begeben).

XXX. Aus den Thatsachen, die in den vorstehenden Sätzen zusammengefasst sind, geht hervor, dass die Streckung der zweiten Daumenphalanx von drei Muskeln besorgt werden kann, die ein-
-nder nicht vertreten können; denn jeder von ihnen wirkt auf die
ste Phalanx und den ersten Mittelhandknochen in verschiedener
eise und bisweilen selbst in entgegengesetzter Richtung.

Diese Muskeln sind: 1) der Extensor pollicis longus, 2) die Muskelbündel, die sich an den äusseren Sesamknochen begeben (der

Abductor brevis und die äussere Portion des Flexor brevis pollicis), 3) die Muskelbündel, die am inneren Sesambein endigen (Adductor und innere Portion des Flexor brevis pollicis).

Die Sehne, vermittelst deren diese Streckung der zweiten Daumenphalanx geschieht, ist allen drei Muskeln gemeinschaftlich; sie entstammt jedoch eigentlich dem Extensor pollicis longus und wird von ihm den anderen Muskeln geliehen.

Alle diese Muskeln, die die gleiche Streckung der zweiten Daumenphalanx ausführen, haben ihre besonderen Verrichtungen.

XXXI. Der Extensor pollicis longus dient hauptsächlich dazu, den Daumenballen abzuflachen, und gleichzeitig streckt er die beiden Phalangen des Daumens, wie z. B. wenn man die Hand weit öffnet, ohne den Daumen von den anderen Fingern zu entfernen. Die Lähmung dieses Muskels verursacht eine Erschwerung und Ungeschicklichkeit bei gewissen Verrichtungen der Hand; den Bewegungen aber, die die Feder, den Bleistift u. s. w. führen, bleibt er vollkommen fremd (siehe 234 und 235).

XXXII. Der Abductor brevis und die äussere Portion des Flexor brevis pollicis sind denjenigen Verrichtungen geweiht, welche die gleichzeitige Bewegung einer Adduction des ersten Mittelhandknochens, einer Seitwärtsbeugung der ersten Daumenphalanx und Streckung der zweiten erfordert.

Sie bewirken die Opposition des Daumens, der Abductor brevis gegen den zweiten und dritten Finger, die äussere Portion des Flexor brevis gegen alle vier Finger. Sie wirken mit den Interosseis zusammen, um die Feder, den Pinsel, den Grabstichel in der Richtung nach vorn zu führen (siehe 245—248). Der erste könnte also Gegensteller des Daumens gegen die dritten Phalangen des Zeige- und Mittelfingers, der zweite Gegensteller des Daumens gegen die zweiten Phalangen aller vier Finger genannt werden.

Der Abductor brevis pollicis ist von grösserem Nutzen als die äussere Portion des Flexor brevis pollicis, weil er den ersten Mittelhandknochen weiter nach vorn gegen den Carpus neigt und dadurch dem Daumen gestattet, den Streckbewegungen der gegen die Mittelhandknochen gebeugten Finger zu folgen, Bewegungen, die z. B. bei den Zeichnern, Malern u. s. w. so häufig und so nützlich sind, um den Strich von hinten nach vorn zu führen. Man begreift daher, dass der Verlust des Abductor pollicis brevis die Hand ihrer wichtigsten Verrichtungen berauben muss, wie die klinische Beobachtung es beweist (siehe 246—248).

XXXIII. Der M. adductor pollicis endlich ist dazu bestimmt, den Daumen gegen den Zeigefinger zu führen; er hält die zweite Phalanx des Daumens in Streckstellung und ertheilt seiner ersten Phalanx eine seitliche Stellung in umgekehrter Richtung, als es durch die Wirkung des Abductor brevis und die äussere Portion des Flexor brevis geschieht. Ohne den Adductor pollicis können die zwischen Daumen und den Fingern gefassten Gegenstände nicht festgehalten werden (siehe 258).

XXXIV. Die den Daumen bewegenden Muskeln dienen nicht ausschliesslich dazu, dem ersten Mittelhandknochen oder den Phalangen des Daumens verschiedene Bewegungen zu ertheilen; sondern wie die klinische Beobachtung erweist, erhalten sie sie auch durch ihre tonische Kraft während der Muskelruhe in ihrer natürlichen Stellung, indem sie sich gegenseitig das Gleichgewicht halten.

XXXV. Wenn der Extensor brevis und Abductor longus pollicis gelähmt oder atrophisch sind, so wird der erste Mittelhandknochen durch die Zugwirkung der Mm. opponens, abductor brevis und flexor brevis pollicis in continuirliche Adductionsstellung gebracht, und der Daumen in die Hohlhand gebeugt. Diese Stellung des ersten Mittelhandknochens schadet den Verrichtungen der Hand beträchtlich (siehe 232 und 233).

XXXVI. Wenn eine Atrophie die Mm. opponens, abductor brevis und die äussere Portion des Flexor brevis pollicis zerstört hat, so müsste der erste Mittelhandknochen unter der gemeinschaftlichen Einwirkung des Abductor longus, Extensor brevis und Extensor longus pollicis stehen; er gehorcht aber dann ausschliesslich der tonischen Kraft des Extensor longus, denn er stellt sich in die ihm von dem letzteren ertheilte Stellung, d. h. nach hinten und weiter nach innen, als seiner Bewegung durch den Abductor longus und Extensor brevis pollicis entsprechen würde (siehe 239).

XXXVII. Dieses tonische Uebergewicht des Extensor longus pollicis über den Extensor brevis und Abductor longus pollicis herrscht während der willkürlichen Bewegungen ebenfalls. Wenn nämlich 1) die Muskeln des Daumenballens zerstört sind, so kann die Abduction des Daumens oder die Bewegung des ersten Mittelhandknochens schief nach aussen und innen nur unter der Bedingung stattfinden, dass der Extensor pollicis longus sich zur Zeit der Contraction der Mm. extensor brevis und abductor longus pollicis nicht ebenfalls zusammenzieht. 2) Im Normalzustande erfordert die ein-

fache, willkürliche Streckung der letzten Phalanx durch den genannten Muskel (Extensor longus pollicis) unter Feststellung des ersten Mittelhandknochens die synergische Contraction der Mm. abductor brevis, flexor brevis und opponens pollicis, und ohne diese Contraction würde der erste Mittelhandknochen unvermeidlich in Streckstellung gezogen werden.

In Bezug auf den ersten Mittelhandknochen sind also der Abductor brevis und die äussere Portion des Flexor brevis pollicis die nothwendigen Moderatoren des Extensor pollicis longus während der partiellen Streckung der zweiten Phalanx durch diesen letzteren Muskel (siehe 240).

D. Anatomische und historische Betrachtungen über die Muskeln, welche den Daumen und die übrigen Finger bewegen.

XXXVIII. Vor den in diesem Capitel berichteten Untersuchungen lehrten die Anatomen, dass der Extensor digitorum communis, der Extensor proprius indicis et digiti minimi und der Flexor sublimis und profundus auf alle drei Phalangen mit gleicher Kraft wirkten (siehe 259).

XXXIX. An Leichenhänden angestellte Experimente bestätigen ein schon vorher durch die elektrophysiologische Versuchsweise und klinische Beobachtung erwiesenes Factum, indem sie folgendes zeigen: 1) dass die Extensores digitorum auf die beiden letzten Phalangen nur eine schwache und beschränkte Wirkung haben und die eigentlichen Strecker der ersten Phalangen sind (siehe 261), 2) dass der Flexor sublimis und profundus nur die beiden letzten Phalangen kräftig beugen.

XL. Durch Leichenversuche wurde festgestellt, dass die Beugung der beiden letzten Phalangen, die im Augenblicke, wo man an dem Extensor digitorum zieht, zum Vorschein kommt, zum grossen Theil auf dem Widerstand beruht, der von dem Flexor sublimis und profundus entgegengesetzt wird (siehe 263). Sie bestätigen damit eine Thatsache, die sich aus der klinischen Beobachtung ergab.

XLI. Durch mechanische Versuche, die ich an Skelethänden angestellt habe, bin ich zu der Einsicht gekommen, dass ein solcher Widerstand des Flexor sublimis und profundus das Zurückbiegen der zweiten Phalanx bei der Contraction des Extensor digitorum communis nicht vollständig verhindern könnte, wenn nicht eine anatomische Einrichtung vorläge, die jede einzelne Sehne des Muskels

zu einem kräftigen Strecker der ersten Phalanx macht und ihre Wirkung auf die zweite Phalanx und die seitlichen Bändchen der Interossei und Lumbricales fast gänzlich aufhebt (siehe 264).

XLII. Diese anatomische Einrichtung besteht hauptsächlich in einem fibrösen Bande, welches in der Gegend der Articulatio metacarpo-phalangea von der Vorderfläche jeder einzelnen Sehne des Extensor digitorum communis abgeht und sich an der entsprechenden Stelle dieses Gelenkes und oft genug noch am oberen und hinteren Ende der ersten Phalanx anheftet. Dieses hemmende Band habe ich immer angetroffen, es ist gewöhnlich ziemlich stark und bildet zuweilen eine wirkliche Sehne von derselben Dicke, wie die Sehne, von der es stammt (siehe 266).

XLIII. Die fibrösen Ausbreitungen, die jederseits von den Sehnen des Extensor digitorum communis entspringen, üben dieselbe Wirkung, aber lange nicht so kräftig, wie die soeben beschriebenen medianen fibrösen Ausbreitungen (siehe 266).

Zahlreiche Leichenexperimente haben mir bewiesen, dass wirklich darin die Wirkung und der Nutzen der beschriebenen fibrösen Ausbreitungen besteht.

XLIV. Die Anatomen (Winslow, Cruveilhier), welche diese Bänder und fibrösen Ausbreitungen, ohne die die umgekehrt gerichteten Bewegungen der Streckung der ersten und Beugung der beiden letzten Phalangen nicht stattfinden könnten, zum Theil beschrieben haben, haben ihren Nutzen nicht begriffen (siehe 265).

XLV. Die Anatomie lehrt also den mechanischen Grund kennen, weshalb die Wirkung des Extensor digitorum communis auf die beiden letzten Phalangen sehr beschränkt ist, sie kann aber nicht erklären, warum unter physiologischen Verhältnissen eine solche Wirkung überhaupt nicht besteht, wie sich aus der klinischen Beobachtung ergiebt (siehe 267).

Rationeller Weise muss man also annehmen, dass sich bei der willkürlichen Streckung der Finger die Flexoren der Finger synergisch contrahiren, um die Streckung zu beschränken. Und diese beschränkende Kraft trägt dann dazu bei, die beiden letzten Phalangen zu beugen (siehe 268).

XLVI. Wie sich bei elektrophysiologischer Versuchsweise herausgestellt hat, spreizt der Extensor digitorum communis die Finger von einander, während er die ersten Phalangen streckt (siehe 173). Die Extensores proprii dagegen stellen sie in Adduction (siehe 175).

Diese Thatsachen sind von Galen angegeben worden, welcher auch versucht hat, ihr Zustandekommen zu erklären, sie sind dagegen von allen anderen Anatomen nicht erkannt worden (siehe 272).

XLVII. Die Kenntniss der einzigen anatomischen Einrichtung, welche die wahre Wirkung der Interossei und Lumbricales als Beuger der ersten und Strecker der beiden letzten Phalangen erklären kann, hat länger als zwei Jahrhunderte in der Wissenschaft geherrscht.

Diese anatomische Einrichtung besteht in dem Zusammenhang der Sehnen der Interossei und Lumbricales mit den seitlichen Bändchen.

XLVIII. Die erwähnten anatomischen Thatsachen, entdeckt von Columbus und Fallopia, deren Schriften aus den Jahren 1559 und 1561 datiren (siehe 276, 277, 280), sind von den modernen Anatomen vollkommen vergessen oder vernachlässigt worden, diese gaben dagegen an, dass die Interossei und Lumbricales an den Seiten des oberen Endes der ersten Phalangen endigten (siehe 283).

XLIX. Die Thatsachen wurden erst wieder ans Licht gezogen durch eine Art lebender Anatomie (die elektro-muskuläre Versuchsmethode), wodurch unbestreitbar nachgewiesen wurde, dass unter physiologischen Verhältnissen die Interossei und Lumbricales die einzigen Strecker der beiden letzten und die einzigen Beuger der ersten Phalangen sind, und dass das Zustandekommen dieser Bewegungen nicht zu erklären wäre ohne die anatomischen Thatsachen, an die ich soeben erinnert habe, und die von einem Columbus, Fallopia, einem Winslow und so vielen anderen berühmten Anatomen gelehrt worden waren (siehe 284).

L. Neue anatomische Untersuchungen, die auf Anlass meiner Versuche von Cruveilhier, Bouvier und mir angestellt wurden, haben die Richtigkeit der von den Alten entdeckten anatomischen Thatsachen bestätigt und sie noch vervollständigt (siehe 287—290 und 291).

LI. Mechanische Versuche, die ich an Skelethänden anstellte, ergaben Folgendes:

1) Dass die Sehnen des Extensor communis und der Extensores proprii digitorum, die die alleinige Bestimmung haben, die ersten Phalangen zu strecken, bis zur zweiten Phalanx ausschliesslich zu

dem Zweck fortgesetzt sind, den fibrösen Ausbreitungen die sie in innige Verbindung mit den Sehnen der Interossei und Lumbricales setzen, einen seitlichen Anheftungspunkt zu gewähren.

2) Dass diese fibrösen Ausbreitungen dazu dienen, den letztgenannten Sehnen eine schiefe Richtung von hinten nach vorn, vom unteren und anterolateralen Ende der Mittelhandknochen zum oberen und hinteren Ende der beiden letzten Phalangen zu ertheilen, und dass sie sie alsdann an der Rückseite der beiden letzten Phalangealgelenk befestigt erhalten, wo man sie unter dem Namen der seitlichen Bändchen kennt.

3) Dass in Folge dieser Verbindung die Sehnen der Interossei und Lumbricales zugleich die Beugung der ersten Phalangen, die seitlichen Bewegungen derselben und die Streckung der beiden letzten Phalangen bewirken (siehe 293—295).

LII. Die seitliche Anheftung eines besonderen den Interosseis angehörigen Bündels, das von Winslow und nachher von Bouvier als zweiköpfig angesehen wurde, am oberen Theile der ersten Phalanx, bewirkt die unabhängig erfolgenden Seitwärtsbewegungen der Finger (siehe 283).

LIII. Erst gegen die Mitte des 18. Jahrhunderts wurden von Sabatier die anatomischen Verhältnisse entdeckt, vermittelst deren man das Zustandekommen der entgegengesetzten Bewegungen einer Streckung der zweiten Daumenphalanx und einer Beugung der ersten nach vorn und seitwärts erklären kann, Bewegungen, die von dem Abductor brevis pollicis und der äusseren Portion des Flexor brevis pollicis ausgeführt werden.

Dies anatomische Verhalten besteht in aponeurotischen Verlängerungen, die von den genannten Muskeln an die Seite der Sehne des Extensor pollicis longus abgeschickt werden, so dass man durch einen Zug an denselben die Streckung der zweiten Phalanx und gleichzeitig die anderen Bewegungen der ersten Phalanx und des ersten Mittelhandknochens, die jedem dieser Muskeln zukommen, bewirken kann (siehe 296).

LIV. Die von Sabatier entdeckte anatomische Thatsache ist von den zeitgenössischen Anatomen, u. A. von Sömmering und Boyer beschrieben worden, aber keiner von ihnen hat die wahre Wirkung der aponeurotischen Ausbreitungen auf die Bewegungen des Daumens und besonders ihren Nutzen erkannt (siehe 297).

LV. Von den Modernen nach Boyer wurde diese anatomische Thatsache vergessen oder verkannt (siehe 298), bis sie durch die elektrische Versuchsweise und die klinische Beobachtung rehabilitirt worden ist. Auf diesem Wege wurde gezeigt, dass nur so die Streckung der ersten Phalanx bei der Contraction des Abductor brevis und der äusseren Portion des Flexor brevis pollicis erklärt werden konnte, und kam man auf die Vermuthung, dass die innere Portion des Flexor brevis und der Adductor pollicis ebenfalls eine aponeurotische Ausbreitung besitzen müssten, was später von Herrn Bouvier hinsichtlich des ersteren Muskels, von mir für den zweiten bestätigt worden ist (siehe 299).

LVI. Noch kein Anatom hat die besondere Seitwärtswirkung erkannt, welche der Abductor brevis und die äussere Portion des Flexor brevis pollicis ausüben, vermittelst deren der erstgenannte Muskel das Ende des Daumens den dritten Phalangen des zweiten und dritten Fingers, der andere Muskel dasselbe den zweiten Phalangen sämmtlicher vier Finger gegenüberstellen kann (siehe 301).

LVII. Vor meinen Untersuchungen hatten die Anatomen irrige Meinungen ausgesprochen:

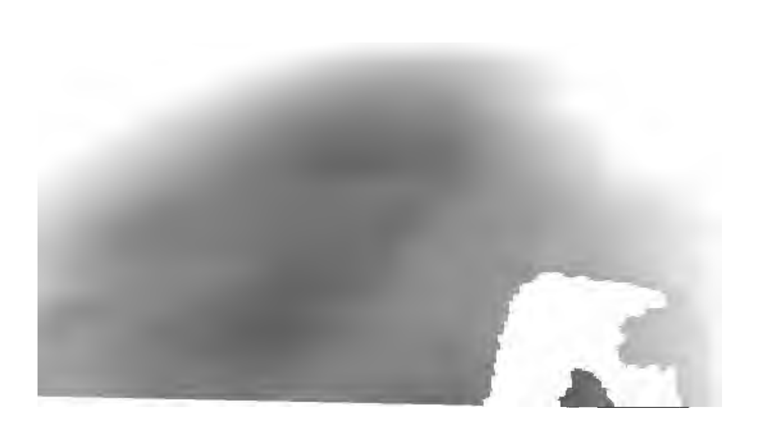
1) über die Eigenwirkung des Extensor brevis pollicis, aus dem sie einen Strecker des ersten Mittelhandknochens gemacht hatten, während er der einzige Muskel ist, der die Abduction desselben in gerader Richtung bewirkt (siehe S. 166, 2) Extensor brevis pollicis);

2) über die Eigenwirkung des Abductor longus pollicis; derselbe ist einer von den Gegenstellern des ersten Mittelhandknochens und nicht ein Abductionsmuskel desselben; bei maximaler Contraction bewirkt er die Pronation der Hand und nicht ihre Supination (siehe S. 166, 3) Abductor longus pollicis).

3) endlich über die Eigenwirkung des Flexor pollicis longus. Sie ertheilten ihm das Vermögen zu, eine kräftige Opposition des ersten Mittelhandknochens und energische Beugung der ersten Phalanx gleichzeitig mit der zweiten auszuführen, während er doch unter physiologischen Verhältnissen auf den ersten Mittelhandknochen keinerlei Wirkung übt und die erste Phalanx des Daumens nur schwach beugt (siehe S. 171, 4) Flexor pollicis longus und 253).

Die verschiedenen Wirkungen, die sie den genannten Muskeln zuertheilten, hätten die Functionen unmöglich gemacht, die sie in

Gemeinschaft mit den Streckern der ersten Phalangen und den Beugern der beiden letzten Phalangen des Zeige- und Mittelfingers bei den feinsten und wichtigsten manuellen Verrichtungen zu erfüllen haben, wenn z. B. die Feder, der Bleistift, der Grabstichel, zwischen Daumen und die übrigen Finger gefasst, einen Strich von vorn nach rückwärts zu ziehen hat.



Zweiter Theil.

Bewegungen des Beckengliedes.

Die in diesem zweiten Theile dargelegten elektrophysiologischen Studien sind in drei Capitel getheilt; diese handeln von der Einzelwirkung und den Verrichtungen der Muskeln, welche:

1) den Oberschenkel gegen das Becken,
2) den Unterschenkel gegen den Oberschenkel,
3) den Fuss gegen den Unterschenkel und die Zehen gegen die Mittelfussknochen

bewegen.

Erstes Capitel.

Einzelwirkung und Verrichtungen der Muskeln, die den Oberschenkel gegen das Becken bewegen.

Erster Artikel.

Muskeln, die zugleich die Streckung, Abziehung oder Drehung des Oberschenkels bewirken.

Die Muskeln, die gleichzeitig die Streckung, Abziehung und Drehung des Oberschenkels bewirken, sind: der Glutaeus maximus, der Glutaeus medius und der Glutaeus minimus.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

I. Glutaeus maximus. — Hält sich das Individuum in aufrechter Stellung auf einer der Unterextremitäten und faradisirt man

den Glutaeus maximus der anderen Unterextremität, während sie ohne den Boden zu berühren in Ruhestellung senkrecht herabfällt, so bemerkt man Folgendes:

1) die Hinterbacke wird hart und nähert sich der Mittellinie;

2) die erregte Unterextremität begiebt sich kräftig und in gerader Richtung hinter die andere Unterextremität;

3) sie dreht sich etwas und ohne erhebliche Kraft um ihre Längsaxe von innen nach aussen.

Wenn das Individuum sich in derselben aufrechten Stellung auf einer der Unterextremitäten befindet und den Oberschenkel der anderen Seite nach vorn gegen das Becken geneigt hält, und man dann den Glutaeus maximus reizt, so vollzieht sich ebenso wie vorher eine Streckung dieses Oberschenkels.

II. Glutaeus medius und minimus. — Hält sich das Individuum wie in den vorhergehenden Versuchen in aufrechter Stellung auf einer der Extremitäten, während die andere in Ruhestellung ohne den Boden zu berühren senkrecht herunterhängt, und faradisirt man nun nach einander vergleichsweise die verschiedenen Portionen seines Glutaeus medius, wenn derselbe in Folge von Atrophie des Glutaeus maximus subcutan geworden ist, so beobachtet man folgende Reihe von Bewegungen:

1) Das vordere Drittel des Muskels bringt anfangs eine kräftige Drehung des Oberschenkels nach einwärts und darauf eine ebenfalls kräftige Bewegung schief nach vorn und aussen hervor.

2) Sein mittleres Drittel bewegt den Oberschenkel gerade nach auswärts, ohne die geringste Drehwirkung auf seine Längsaxe auszuüben.

3) Sein hinteres Drittel bringt den Oberschenkel schief nach auswärts und hinten und versetzt ihn zugleich in Rotation von innen nach aussen um seine Längsaxe. Diese Bewegungen sind jedoch merklich schwächer als die von den beiden anderen Portionen hervorgebrachten.

4) Wandert man mit den Elektroden in querer Richtung über die ganze Oberfläche des Glutaeus medius, so dass man hinter einander alle Fascikel desselben faradisirt, so begiebt sich der Oberschenkel zu Anfang nach vorn und aussen, führt dann eine Circumductionsbewegung von innen nach aussen aus und rotirt gleichzeitig in derselben Richtung um seine Längsaxe.

5) Die gleichzeitige Faradisation aller drei Portionen des Muskels bewirkt mit sehr grosser Kraft die Abziehung des Oberschenkels.

6) Wenn der Oberschenkel in Beugung ist, und die Füsse auf dem Boden aufstehen, beispielsweise in sitzender Stellung, so wird durch die Faradisation der vorderen Portion des Glutaeus medius der Oberschenkel der Mittellinie genähert, während er davon entfernt wird, wenn die Reizung gegen die hintere Portion dieses Muskels gerichtet wird.

Wenn ich einen Fall von Atrophie des Glutaeus maximus und medius angetroffen hätte, würde ich durch dieselbe Art und Weise der localen Faradisation die Eigenthätigkeit des Glutaeus minimus, der von diesen Muskeln bedeckt wird, haben studiren können. Bis diese Gelegenheit sich bietet, werde ich mit den Autoren annehmen, dass dieser Muskel dem Oberschenkel dieselbe Bewegung ertheilt, wie der Glutaeus medius — was mir übrigens durchaus rationell erscheint. Die physiologischen Betrachtungen, die ich bald bei Gelegenheit der elektrophysiologischen Studie über den Glutaeus medius anstellen werde, beziehen sich also auch auf den Glutaeus minimus.

B. Bemerkungen.

308. Auf die Faserrichtung der Muskelbündel des Glutaeus maximus und auf seine Insertionspunkte gestützt, haben die Autoren den verschiedenen Portionen desselben verschiedene oder besondere Functionen zuertheilt. Durch den elektrophysiologischen Versuch sind ihre Meinungen nicht durchaus bestätigt worden.

Nach Winslow*) und Sabatier**) sollte die obere Portion des Glutaeus maximus die Streckung des Oberschenkels bewirken, während seine untere Portion nur eine abziehende Wirkung besitzen sollte. — Dagegen sagt Herr Cruveilhier***): Es ist leicht zu sehen, dass die unteren Fasern dieses Muskels der Anziehung dienen können.

Der elektromuskuläre Versuch hat gezeigt, dass keine von diesen beiden Versicherungen begründet ist. Er hat bewiesen, dass bei senkrechter Stellung der unteren Extremität alle Portionen des Muskels die Streckung des Oberschenkels gegen das Becken bewirken, seine untere Portion aber energischer als seine obere. Was aber die von den Autoren (Winslow) dem Muskel zugeschriebene Abductionswirkung betrifft, so habe ich sie von keiner seiner Portionen erhalten können, sobald sich der Oberschenkel in Ruhe-

---

*) Winslow. Traité des muscles. Paris 1733, pg. 325 Nr. 1669.

**) Sabatier. Traité d'anatomie. 1774, t. I. pg. 347.

***) Cruveilhier. Traité d'anatomie descript. t. I. pg. 718.

stellung befand. Auch die Adductionsbewegung, die Cruveilhier seinen untersten Fascikeln zuschreibt, habe ich nicht hervorbringen können.

309. „Wenn man nur auf einem Beine steht", sagt Sabatier*), „so hält die obere Portion dieses Muskels (des Glutaeus maximus) das Becken fest, so dass es von der Schwere des Körpers nicht nach der Seite des erhobenen Beines gezogen wird." Die Mehrzahl der Anatomen hat die Meinung Sabatier's getheilt, trotzdem kann man an sich selbst constatiren, wenn man den Glutaeus maximus in die volle Hand fasst, dass dieser Muskel in vollständiger Erschlaffung verharrt, wenn man sich auf einem Beine aufrecht hält. Uebrigens hätte er zu diesem Zwecke die Abziehung des Oberschenkels bewirken müssen, oder vielmehr, da der Oberschenkel hier den festen Punkt abgiebt, er hätte das Becken seitwärts neigen müssen. Die elektrische Versuchsweise hat aber gezeigt, dass er kein Abductionsmuskel ist. — In der Folge wird man sehen, dass diese Function vom Glutaeus medius besorgt wird (s. 317).

310. Wenn das Individuum sitzt und seine Füsse bei gebeugten Beinen den Boden berühren, so wird durch die Faradisation des Glutaeus maximus der Oberschenkel nach aussen entfernt; wenn man aber dabei mit der auf die Aussenseite des Kniees gelegten Hand Widerstand leistet, so constatirt man, dass die Bewegung unter diesen Umständen ohne jede Kraft ausgeführt wird.

Die bei dieser Haltung der Unterextremität vom Glutaeus maximus bewirkte Abductionsbewegung erklärt sich durch die rotirende Wirkung, die dieser Muskel auf die Längsaxe des Oberschenkels ausübt, und da diese Wirkung durch die Feststellung der gegen den Boden gelehnten Füsse verhindert wird, so verwandelt sie sich dabei in eine Abductionswirkung auf den Oberschenkel. Der Beweis für die Richtigkeit dieser Erklärung ist, dass wenn die Unterschenkel während der Beugung des Oberschenkels gegen das Becken gestreckt gehalten werden, die Reizung des Glutaeus maximus das Glied frei nach aussen um seine Längsaxe rotiren macht, und dass dann die Abziehung nicht mehr statthat.

311. Die Rotationsbewegung des Oberschenkels von innen nach aussen um seine Längsaxe, die der Glutaeus maximus zugleich mit der Streckung besorgt, geschieht nur mit geringer Kraft. Davon habe ich mich überzeugt, indem ich den Oberschenkel zur Zeit der elek-

*) L. c. pg. 348.

trischen Contraction des Muskels fixirt hielt; ich konnte ihm dabei sogar mit Leichtigkeit eine Rotationsbewegung nach innen ertheilen.

Es wäre Schade gewesen, wenn diese Drehwirkung des Glutaeus maximus kräftig gewesen wäre, denn der Muskel, der dazu bestimmt ist, immer eine gewisse Kraft zu entfalten, hätte dann den Oberschenkel gegen das Becken nicht strecken können, ohne eine Drehung des Fusses nach aussen zu bedingen, was die Functionen, bei denen er mitzuwirken hat, z. B. eine Treppe oder eine geneigte Ebene zu ersteigen, zu springen oder zu laufen etc., beeinträchtigt hätte.

312. In den meisten Lehrbüchern der Anatomie, die ich eingesehen habe, heben die Autoren hervor, dass der Glutaeus maximus wegen der Insertion seiner untersten Muskelbündel am Steissbein die Umbiegung dieses Knochens nach hinten bei den Austreibeanstrengungen der Stuhlentleerung oder der Entbindung verhindert.

Es ist wahr, dass diese unteren Bündel des Glutaeus maximus eine solche Wirkung auf das Steissbein ausüben können. Diese Thatsache habe ich durch Faradisation der unteren Portion des Muskels an einem jungen Individuum mit Paraplegie constatirt, bei dem das Steissbein sehr beweglich war und eine vollkommene Unempfindlichkeit dieser Gegend gestattete, mit sehr starkem Strom zu experimentiren. Wenn aber die Autoren gewusst hätten, dass der Muskel bei seiner Contraction die Gewebe, die ihn bedecken, nach einwärts zieht, wie der elektrische Versuch beweist, und dass er demzufolge bei seiner beiderseitigen Contraction die Hinterbacken einander nähert, so hätten sie den Muskel nicht beim Acte der Stuhlentleerung eine Rolle spielen lassen. Sie hätten übrigens constatiren können, dass er im Gegentheil dabei in vollkommener Erschlaffung verharrt, während er mit anderen Muskeln in energische Thätigkeit tritt, wenn man die Hinterbacken stark gegen einander presst, bei den Bemühungen, die man macht, einem eiligen Bedürfniss zu Stuhle zu gehen zu widerstehen. Auch bei den Austreibungsanstrengungen der Geburt bleibt der Glutaeus maximus in Erschlaffung. Man begreift jetzt, dass in diesem Falle seine Contraction die Geburtsarbeit erschwert hätte, da sie die Gewebe, die sich erweitern lassen müssen, gegen die Mittellinie vortreibt.

313. Aus der Gesammtheit der in diesem Paragraphen dargelegten Thatsachen und Erwägungen über die Eigenthätigkeit des Glutaeus maximus geht hervor, dass dieser Muskel ein kräftiger Strecker des Oberschenkels ist und zugleich eine leichte Rotation

desselben nach aussen bewirkt, dass man ihm aber mit Unrecht eine Abductionswirkung zugeschrieben hat.

Selbstverständlich wird, wenn der Femur den festen Punkt für den Glutaeus maximus abgiebt, dieser Muskel ein kräftiger Strecker des Beckens gegen den Rumpf. Das ist sogar die Hauptfunction, die er in gewissen Fällen zu erfüllen hat.

314. Das elektrophysiologische Experiment hat soeben gezeigt, dass die dem Femur durch die Contraction der vorderen Portion des Glutaeus medius ertheilten Bewegungen sich in zwei Zeiten theilen lassen. Sobald nämlich diese Muskelportion in Thätigkeit gesetzt wird, rotirt der Oberschenkel von aussen nach innen, und erst wenn diese Rotationsbewegung bei ihrem Maximum angelangt ist, vollzieht sich eine schiefe Bewegung nach vorn und aussen.

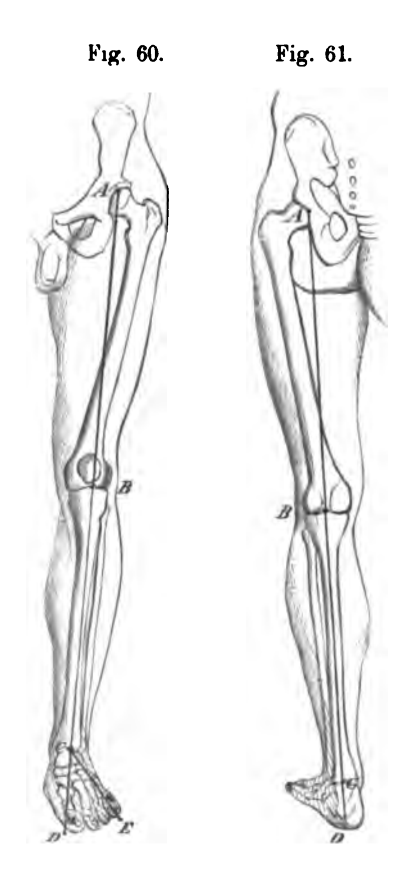
Für den Gebrauch der unteren Extremität war eine solche Unabhängigkeit der Drehbewegung nach einwärts, die von der vorderen Portion des Glutaeus medius ausgeübt wird, nothwendig, da diese Bewegung ebenso oft und vielleicht noch öfter während der Anziehung desselben als während seiner Abziehung geschehen muss.

Durch den elektrischen Reiz wird die Drehung nach innen durch die vordere Portion des Glutaeus medius mit beträchtlicher Kraft hervorgebracht. Wenn man bedenkt, dass der Nerveneinfluss, der in vollkommenerer Weise die Gesammtheit der Muskelfasern zur Contraction veranlasst, eine grössere Kraft ins Werk setzt, und dass die vordere Portion des Glutaeus minimus die Kraft dieser Drehung nach einwärts noch verdoppelt, so begreift man, dass diese Bewegung die antagonistisch wirkende Rotationskraft (die Rotation nach aussen), deren wirkende Kräfte bei weitem zahlreicher sind, im Nothfall neutralisiren kann.

315. Bei der Rotationsbewegung nach innen, die von der Contraction der vorderen Portion des Glutaeus medius besorgt wird, beschreibt der Trochanter major einen Kreisbogen um die Axe der unteren Extremität, vorgestellt von einer imaginären Linie, die vom Kopfe des Oberschenkelknochens oder der Gelenkhöhle *A* Figg. 60 und 61 mitten durch das Kniegelenk *B* und das Fussgelenk *C* geht und in der Mitte des Calcaneus *D* Fig. 60 endigt. In Folge davon ertheilt die vordere Portion des Glutaeus medius dem Fusse, wenn die untere Extremität gestreckt ist, eine Bewegung, vermittels deren [illegible]lere und das hintere Fussende jedes einen Kreisbogen in ent[illegible]setzter Richtung um die Axe der unteren Extremität, die [illegible]t durch den Mittelpunkt des Fussgelenkes geht, beschreiben.

Auch für die Drehbewegung in entgegengesetzter Richtung, die von den antagonistischen Muskeln bewirkt wird, ist diese Anschauung von dem Mechanismus der Drehbewegung des Unterschenkels und des Fusses unter dem Einfluss der vorderen Portion des Glutaeus medius um eine imaginäre senkrechte Axe anwendbar.

Fig. 60. Fig. 61.



Man wird sehen, wie sehr die Kenntniss dieser Thatsachen zur Erklärung der fehlerhaften Stellung des Fusses in Folge gewisser krankhafter Zustände der Rotationsmuskeln des Fusses verhilft.

Das hintere Drittel des Glutaeus medius, welches den Oberschenkel in die Drehung nach aussen versetzt, führt diese Bewegung mit bei weitem geringerer Kraft aus, wie sein vorderes Drittel, wegen der geringen Menge seiner Fasern, die mehr als die Hälfte weniger zahlreich sind.

316. Einzeln für sich versetzen die einzelnen Portionen des Glutaeus medius den Ober-

---

Figg. 60 und 61. Axe der Unterextremität in Streckstellung bei aufrechter Haltung, gebildet durch eine imaginäre Linie, die von dem Gelenkkopfe des Femur oder der Gelenkhöhle *A* durch den Mittelpunkt des Kniegelenkes *B* und Tibio-tarsalgelenkes *C* hindurchgeht und in der Mitte des Calcaneus *D* Fig. 61 endigt. Wird diese imaginäre gerade Linie vom Mittelpunkte des Tibio-tarsalgelenkes *C* Fig. 60 nach vorn in der Richtung des Fusses verlängert, so endigt sie am vorderen Ende des ersten Mittelfussknochens *D* Fig. 60, d. h. sie folgt einer Richtung, die den Beuge- und Streckbewegungen des Tibio-tarsalgelenkes günstig ist, während sie, bis an das vordere Ende des fünften Mittelfussknochens *E* Fig. 60 verlängert, nach aussen abweicht und in der Richtung der Bewegungen des zwischen dem Calcaneus und Astragalus befindlichen Gelenkes gelegen ist.

schenkel in die Abduction, die mittlere Portion mit grösserer Kraft als die beiden anderen, und die Muskelbündel, die die letzteren zusammensetzen, um so schwächer, je weiter sie sich von der Mitte des Muskels entfernen.

Der Grund davon ist einfach der, dass die ganze Kraft des mittleren Drittels für die Vollziehung einer einzigen Bewegung, der Abziehung in gerader Richtung, verwendbar ist, während die der anderen Portionen sich theilt, um mehrere Bewegungen auf einmal hervorzurufen: die schiefe Abziehung nach vorn oder nach rückwärts mit Drehung nach einwärts oder auswärts, und alles dies um so mehr, je weiter ihre Fasern von der Mitte entfernt liegen.

Durch die Gesammtheit der Bewegungen, die der Glutaeus medius besitzt, vermag der Muskel durch auf einander folgende Contraction seiner verschiedenen Fascikeln dem Oberschenkel eine Circumductionsbewegung, sei es von vorn nach hinten, sei es von hinten nach vorn, zu ertheilen. Gleichzeitig lässt er, wenn der Unterschenkel gegen den Oberschenkel gestreckt ist, das vordere Ende des Fusses einen Bogen von innen nach aussen beschreiben, wenn die Circumductionsbewegung von vorn nach hinten stattfindet, oder von aussen nach innen, wenn sie von hinten nach vorn geschieht.

317. Die dem Oberschenkel ertheilte Circumductionsbewegung erinnert an die analoge Bewegung, die die verschiedenen Portionen des Deltoïdeus dem Arme ertheilen; aber es wäre ungenau, zu sagen, dass die Thätigkeit dieser beiden Muskeln identisch ist, denn entgegen der Meinung einiger Anatomen übt der Deltoïdeus keine Rotationsbewegung auf den Arm, wie sie der Glutaeus medius auf den Oberschenkel übt.

§ II. Pathologische Physiologie.

318. Welchen Grad von Nützlichkeit hat der Glutaeus maximus? Unter welchen Umständen tritt dieser Muskel in Function, mit anderen Worten, zu welchen Verrichtungen ist er bestimmt?

Alle diese Fragen, die nicht minder wichtig sind, wie die genaue Kenntniss der Einzelthätigkeit dieses Muskels, mussten aufgeworfen werden, und die klinische Beobachtung allein konnte darüber Aufschluss geben. Die atrophische Kinderlähmung, die sich oft, nachdem sie ursprünglich das Glied in seiner ganzen Masse betroffen hat, [illegible] in einer sehr beschränkten Zahl von Muskeln und bis- [illegible] einzigen Muskel localisirt, hat mir mehrere Mal

die Gelegenheit verschafft, die isolirte Atrophie eines Glutaeus maximus oder beider Glutaei maximi zu beobachten. Die Functionsstörungen, die daraus folgten, habe ich unter dem Gesichtspunkt des Studiums der physiologischen Fragen, die ich an den Kopf dieses Paragraphen stelle, analysirt. Das Ergebniss derselben besteht in Folgendem.

319. Zu allen Zeiten haben die Anatomen und Physiologen den Glutaeus maximus beim Gehen und Stehen eine sehr grosse Rolle spielen lassen. Diese Meinung ist von einem modernen Anatomen sehr gut ausgedrückt worden.

„Wenn das Femur“, sagt derselbe, „eine feste Stellung einnimmt, was beim aufrechten Stehen der Fall ist, so erhält der Glutaeus maximus durch seine Wirkung auf das Becken dasselbe in seiner natürlichen aufgerichteten Stellung, und die Muskeln der Wirbelsäule, da sie an dem Kreuzbein und den Hüftbeinen eine unbewegliche Oberfläche finden, können nun ihrerseits auf die Wirbelsäule wirken und sie in die Verlängerung der Körperaxe bringen; der Glutaeus maximus spielt also eine äusserst wichtige Rolle bei dieser Art und Weise zu stehen; daher das beträchtliche Volumen, das er bietet, ein Volumen, das mit Recht als einer der zwingendsten Beweise, die man zu Gunsten der Bestimmung des Menschen für den aufrechten Gang anführen kann, betrachtet werden kann.“ *)

Wenn der Glutaeus maximus beim Stehen und Gehen wirklich eine wichtige Rolle spielt, so müssen diese Functionen in Folge der Atrophie des Muskels tief gestört werden.

Zu meiner grossen Ueberraschung hielten sich die Individuen, bei denen ich constatirt habe, das der Glutaeus maximus auf einer oder beiden Seiten atrophirt war, ohne Ermüdung aufrecht und marschirten, ohne anscheinend zu hinken, auf einer horizontalen Ebene. Ich hätte sicher von dem Bestehen einer Atrophie dieser Muskeln nichts vermuthet, wenn sie mir nicht schon vorher durch die elektrische Untersuchung verrathen worden wäre.

Diese klinische Thatsache beweist also, das die Anatomen und Physiologen sich über die Rolle, die sie dem Glutaeus maximus beim Stehen und Gehen zuertheilt haben, getäuscht haben.

Uebrigens kann man leicht an sich selber, wenn man den Muskel in die volle Faust fasst, constatiren, dass er in vollständiger

*) C. Sappey. Anatomie descriptive t. I. pg. 279.

Erschlaffung bleibt, wenn man auf ebenem Terrain geht oder aufrecht steht.

Welche Muskeln beim aufrechten Stehen und dem Gehen auf ebenem Terrain hauptsächlich mit der Streckung des Oberschenkels gegen das Becken betraut sind, wird sich bald herausstellen.

320. Trotzdem wird uns die klinische Beobachtung zeigen, dass der Glutaeus maximus oft eine grosse Wichtigkeit für die Locomotion hat, und unter welchen Umständen er hauptsächlich zu functioniren bestimmt ist.

Die Individuen, die der Mitwirkung des Glutaeus maximus verlustig gegangen sind, sind kaum im Stande, weder sich zu erheben, wenn sie vorher sassen, noch eine Treppe zu steigen, noch auf einer aufsteigenden Ebene zu gehen, oder zu springen, zu laufen, vorwärts zu schreiten, während sie eine schwere Last auf den Schultern tragen etc. Zur Vollendung dieser verschiedenen Bewegungen ist der in Rede stehende Muskel absolut nothwendig.

Man kann sich leicht versichern, dass der Glutaeus maximus in den erwähnten Fällen energisch in Action tritt. Ich habe weiter oben (s. 319) gesagt, dass man dadurch, dass man den Glutaeus maximus in die volle Faust nimmt, die Erschlaffung desselben beim Stehen und Gehen fesstellen kann; wenn aber die untere Extremität, nachdem sie von hinten nach vorn geschwungen hat, auf die Stufe einer Treppe gesetzt wird, um sie zu ersteigen, so fühlt man augenblicklich, dass der Glutaeus maximus sich energisch contrahirt und dann, noch ehe das Bein in die senkrechte Richtung gelangt ist, wieder in Erschlaffung verfällt. Dieselbe Contraction des Glutaeus maximus erneuert sich bei jeder Stufe der Treppe oder bei jedem Schritte vorwärts auf einer ansteigenden Ebene, auf der Seite, die nach vorn geführt worden ist. Man fühlt sie ausserdem äusserst energisch, wenn man im Sitzen sich aufrecht auf die Füsse stellen will, oder während des Sprunges, beim Laufen, wenn der nach vorn gebeugte Körper rasch aufgerichtet wird, wenn eine schwere Last auf die Schultern drückt, allemal also, wenn das Becken kraftvoll gegen die Oberschenkel gestreckt wird, und umgekehrt.

Daraus ergiebt sich als Hauptfunction, die der Glutaeus maximus zu erfüllen bestimmt ist, die, den Oberschenkel gegen das Becken und das Becken gegen den Oberschenkel kräftig zu strecken, zur [illegible], wo sie gegen einander geneigt sind, wie z. B., wenn man eine [illegible]igen hat, oder auf einer aufsteigenden Ebene zu gehen [illegible]n Sprunge, oder unter allen ähnlichen Umständen.

Wenn ich die anderen Strecker des Oberschenkels besprechen werde, behalte ich mir vor zu beweisen, dass der Glutaeus maximus derjenige ist, der den Oberschenkel am weitesten hinter die Senkrechte bringt, und dass er für sich allein die Streckung mit grösserer Kraft besorgt, als alle übrigen Streckmuskeln zusammen.

321. Die Individuen, deren Glutaeus maximus atrophisch war, haben noch alle Bewegungen ausführen können, die ich durch Faradisation des Glutaeus medius erhalten habe. Andererseits kann keine dieser Bewegungen durch Faradisation des Glutaeus maximus hervorgerufen werden. Dadurch wird also bewiesen, dass die betreffenden Bewegungen der Thätigkeit des Glutaeus medius eigenthümlich sind. Der Beweis dafür wird dadurch vervollständigt, dass dieselben nicht mehr ausgeführt werden können, sobald der Glutaeus medius und minimus atrophirt sind.

322. Die Functionsstörung, die mir an den Individuen, deren Glutaeus medius und minimus atrophirt war, am meisten aufgefallen ist, ist eine Neigung des Beckens nach der entgegengesetzten Seite, wenn sie sich auf dem kranken Gliede aufrecht stehend erhalten wollten. Da sie dabei das Becken nicht aufrichten konnten, so neigten sie den Rumpf stark nach der Seite, die dem Boden aufruhte, um ihn in die Richtung des Schwerpunktes zurückzuführen.

Dieselben abnormen Bewegungen des Beckens und Rumpfes finden im zweiten Zeitabschnitt des Ganges statt, wenn zur Zeit, wo eine der unteren Gliedmassen von hinten nach vorn schwingt, der Körper auf der Unterextremität ruht, deren Glutaeus medius und minimus atrophirt sind. In mehreren Fällen, wo die Glutaei beiderseits atrophisch waren, neigte sich der Körper bei jedem Schritte nach der Seite, wo die Extremität dem Boden aufruhte, während die andere von hinten nach vorn schwang.

Ich habe einen Fall beobachtet, wo die Glutaeen atrophirt waren mit Ausnahme des Glutaeus maximus. Der letztere Muskel konnte nicht verhindern, dass sich das Becken beim Stehen auf einem Beine nach der Seite neigte, die nicht auf dem Boden aufruhte.

Die vorstehenden klinischen Thatsachen beweisen, dass nur der Glutaeus medius und minimus wegen ihrer Abductionswirkung dazu bestimmt sind, das Becken auf den Oberschenkeln zu fixiren, wenn der Rumpf auf einer der unteren Gliedmassen aufruht und durch sein Gewicht beim Aufrechtstehen oder im zweiten Zeitabschnitt des Ganges das Becken nach der entgegengesetzten Seite zu neigen strebt.

323. Man wird allgemein verstehen, dass in Folge der Atrophie des Glutaeus medius und minimus auch andere Verrichtungen der Unterextremität vernichtet oder beeinträchtigt werden müssen, da die Abductionsbewegungen, entweder in gerader Richtung oder nach aussen oder vorn, und die Circumductionsbewegungen verloren gehen. Eine derartige Störung will ich noch besonders schildern.

Die Zerstörung der als Abzieher des Oberschenkels wirkenden Muskeln verursacht ein Ueberwiegen der tonischen Kraft derjenigen Muskeln, die seine Anziehung bewirken. Daraus folgt, dass das afficirte Glied beim Gehen zur Zeit, wo es von hinten nach vorn schwingt, dem anderen auf dem Boden aufruhenden Gliede zu sehr genähert ist, was das Vorschreiten erschwert.

324. Aus den Functionsstörungen, die ich so eben als Folge der Atrophie des Glutaeus medius und minimus beschrieben habe, erhellt ihr grosser Nutzen beim Gehen und beim Aufrechtstehen auf einer der beiden unteren Gliedmassen.

Zweiter Artikel.

Muskeln, die den Oberschenkel nach aussen drehen.

Die Muskeln, die die Bestimmung haben, die Drehung des Oberschenkels nach aussen zu bewirken, sind sechs an der Zahl: der Pyriformis, die beiden Gemelli, der Obturatorius internus und externus und der Quadratus femoris.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

Faradisirt man direct den Pyriformis, die Gemelli, den Obturatorius internus und den Quadratus femoris (wenn sie in Folge von Atrophie des Glutaeus maximuns oberflächlich geworden sind), so ertheilen sie dem Oberschenkel eine Rotationsbewegung nach aussen. Des Pyriformis führt ihn ausserdem schief nach hinten und aussen, aber etwas weniger schief als die hintersten Bünde[l] des Glutaeus medius.

B. Bemerkungen.

325. Jedesmal, wenn ich auf eine Atrophie des Glutaeus maximus gestossen bin, habe ich die Gelegenheit ergriffen, um durch die Faradisation die Eigenthätigkeit der Muskeln zu studieren, die vorher von ihm bedeckt, nun subcutan geworden sind.

Besonders bei einem sehr mageren Individuum, dessen Haut sehr dünn war, war es mir möglich, den elektrischen Reiz auf den Pyriformis zu localisiren. Wenn sich meine Elektroden an der Oberfläche des Pyriformis, dessen Form ich durch die Berührung erkannte, angelegt fanden, so sah ich sehr deutlich, dass der Oberschenkel, nachdem er sich um seine Längsaxe nach aussen gedreht hatte, sich schief nach hinten und aussen begab. Wenn darauf die Elektroden weiter vorn im Bereich der hintersten Fasern des Glutaeus medius angelegt wurden, so wurde die Rotation des Oberschenkels beibehalten, aber die Abductionsbewegung war etwas ausgesprochener.

Durch diesen Versuch wird also bewiesen, dass der Pyriformis nicht allein ein Rotationsmuskel des Oberschenkels ist, sondern denselben auch in Streckung und geringe Abductionsstellung versetzt.

Der Muskel besitzt also eine analoge Wirkung, wie die hinteren Fascikeln des Glutaeus medius und minimus, und muss unter denselben Umständen fungiren. So wirkt er z. B. mit ihnen zusammen, um in aufrechter Stellung die Circumductionsbewegung des Oberschenkels auszuführen, und führt entweder die letzte Zeit dieser Bewegung aus, sobald sie von vorn nach hinten geschieht, oder beginnt sie im Gegentheil, wenn sie in entgegengesetzter Richtung stattfindet.

226. Nachdem ich den Pyriformis faradisirt hatte, legte ich bei Individuen, deren Glutaeus maximus atrophirt war, die Elektroden etwas tiefer, im Niveau des oberen Gemellus, des Obturatorius internus und des unteren Gemellus an, selbstverständlich unter Vermeidung des Nervus ischiadicus, der ihre Richtung kreuzt, (zu diesem Zwecke bediente ich mich feuchter Elektroden mit kleiner Oberfläche).

Ich will nicht behaupten, dass ich bei diesen Versuchen den Reiz genau auf jeden einzelnen dieser Muskeln localisirt habe, aber ich constatirte, dass im Augenblicke ihrer Contraction die Unterextremität, wenn sie sich in senkrechter Lage befand, um ihre Längsaxe von innen nach aussen rotirte.

Auch vom Quadratus femoris habe ich gesehen, dass er unter dem Einflusse der Faradisation dem Oberschenkel dieselbe Bewegung ertheilte, wie die drei vorher genannten Muskeln.

Das Ergebniss dieser elektrischen Versuche besteht also in dem Nachweise, dass die Eigenthätigkeit der Musculi gemelli, obturatorius und quadratus femoris in einer Rotation nach aussen besteht, wie auch die Autoren aus der Insertion und der Richtung der Muskeln gefolgert hatten. Es wird ausserdem dadurch bewiesen, dass der Pyriformis, dessen Hauptthätigkeit gleichfalls in der Drehung nach aussen besteht, in der Weise der hinteren Fascikel des Glutaeus medius und minimus wirkt, was man bisher verkannt hatte.

327. Beim Experiment geschieht die Rollung des Oberschenkels nach innen vermittelst der oberen Portion des Glutaeus medius ebenso gut bei gebeugter Stellung des Oberschenkels gegen das Becken, als wenn er sich der Richtung des Rumpfes parallel befindet. Bezüglich der Rollung des Oberschenkels nach aussen verhält es sich ebenso. Wenn ich nämlich die Masse der vorgenannten Muskeln faradisirte, während der Oberschenkel gegen das Becken gebeugt und der Unterschenkel gegen den Oberschenkel, der dann auf einer horizontalen Unterlage aufliegen muss, gestreckt war, so drehte sich die Gliedmasse von innen nach aussen um ihre Längsaxe, ohne in Abductionsstellung gebracht zu werden. Hielt ich dann den Oberschenkel mit meiner Hand in der Schwebe, während der Unterschenkel gegen ihn geneigt war, ohne dass der Fuss den Boden berührte, so führte der Oberschenkel immer noch seine Rotationsbewegung um seine Längsaxe aus, und das untere Ende des Unterschenkels, der einen Radius auf diese Axe bildet, beschrieb dann einen Kreisbogen von aussen nach innen. Sobald aber der Fuss auf dem Boden fixirt wurde, entfernte sich das Knie nach aussen, d. h. die Rotationsbewegung des Oberschenkels, die dann nicht mehr möglich war, schien sich in eine Abductionsbewegung verwandelt zu haben.

§ II. Pathologische Physiologie.

328. Sechs Muskeln sind dazu bestimmt, den Oberschenkel von innen nach aussen zu rotiren. Die Kraft dieser Bewegung ist um so grösser, je kürzer ihre Fasern sind und je gerader sie wirken können. Dazu kommt, dass noch andere Muskeln gleichfalls dieselbe [illegible]rkung nach aussen besitzen, wenn auch in einem geringeren [illegible] da sie eigentlich für eine andere Funktion bestimmt sind [illegible]ntweder die Beugung oder Streckung, oder die Anziehung [illegible]ziehung des Oberschenkels besorgen).

Um diese Gesammtmasse von nach aussen rotirenden Kräften zu neutralisiren oder zu bekämpfen, giebt es nur die vorderen Hälften des Glutaeus medius und minimus, deren Rollwirkung auf den Oberschenkel noch vermindert wird durch die schiefe Wirkung nach vorn und aussen, die sie gleichzeitig auf diesen Knochen ausüben.

Auf den ersten Blick scheint es also, dass die tonische Kraft jener Muskelportionen, die die Rollung des Oberschenkels nach innen bewirken, unzureichend sein muss, um die tonische Kraft der zahlreichen nach aussen rotirenden Muskeln zu beschränken. Wenn man aber die grosse Zahl von Muskelfasern betrachtet, die in die Zusammensetzung der vorderen Hälften des Glutaeus medius und minimus eingehen, so wird man begreifen, dass ihre tonische Wirkung im Stande ist, der der antagonistischen Rotationsmuskeln mit hinreichender Kraft entgegenzuwirken, um den Oberschenkel in einer mittleren Stellung zwischen der Rotation nach aussen und der nach innen zu erhalten, wenn die untere Gliedmasse in Ruhelage senkrecht herabfällt. Wirklich bemerkt man in dieser Stellung, dass die Fussspitze nur wenig nach aussen gedreht ist, in Folge eines geringen tonischen Uebergewichtes der Rotationsmuskeln des Oberschenkels nach aussen, das sich gleichwohl geltend macht.

329. Es lässt sich voraussehen, dass, wenn der Glutaeus medius und minimus, die einzigen Muskeln, die im Stande sind die tonische Kraft der den Oberschenkel nach aussen rollenden Muskeln zu mässigen, schwach werden oder in Atrophie gerathen, der Oberschenkelknochen und folglich auch die Spitze des Fusses mit Nothwendigkeit in die Rotation nach aussen gezogen werden.

Ich habe dies auch wirklich immer beobachtet und zwar proportional zu dem Grade der Atrophie oder Schwäche dieser Muskelportionen. Daraus resultirt nicht allein eine fehlerhafte Haltung der unteren Extremität, sondern auch ein hinkender Gang und eine gewisse Schwäche dabei, weil dabei der Fuss, der sich auf den Boden stützt, im Verhältniss zum Normalzustande zu sehr nach aussen gedreht ist und daher bei seiner Streckung dem Rumpfe einen Antrieb nach vorwärts ertheilt, der weniger stark ist als auf der gesunden Seite.

330. Es mögen hier einige andere analoge Beobachtungen, aber in entgegengesetztem Sinne folgen, die ich bei derselben Krankheit gesehen habe. Ich habe Individuen angetroffen, die von einer spinalen Kinderlähmung befallen worden waren, bei denen der

Oberschenkel in Muskelruhe bald nur auf der einen Seite, bald auf beiden, in Rotation nach innen stand. (Beim Aufrechtstehen hatte der Längsdurchmesser des Fusses eine fast transversale Richtung, und es ergab sich daraus eine merkwürdige Gehstörung, die zu beschreiben hier überflüssig sein würde.) Diese Individuen konnten den Oberschenkel nicht in Rotation nach aussen bringen; wenn ich ihn aber in diese Position brachte, konnten sie ihn selbst kräftig in die Rotation nach innen zurückbringen; dabei constatirte ich, dass diese Bewegung durch die Contraction der vorderen Portion des Glutaeus medius und wahrscheinlich auch des Glutaeus minimus bewerkstelligt wurde.

Diese Beobachtung ist das Gegenstück zu der vorangehenden, und beide zusammen beweisen, dass in Folge der Lähmung der Rollmuskeln des Oberschenkels nach aussen derselbe durch das tonische Uebergewicht der vorderen Fascikeln des Glutaeus medius und minimus nach einwärts gedreht wird.

Ich habe diese klinischen Thatsachen mitgetheilt, um darzuthun, dass die Normalstellung des Oberschenkels hinsichtlich seines Rotationsgrades nach innen oder aussen von dem Gleichgewichte der tonischen Muskelkräfte abhängt, welche diese entgegengesetzten Bewegungen bewirken.

Dritter Artikel.

Muskeln, die den Oberschenkel gegen das Becken beugen.

Die Muskeln, die dazu dienen den Oberschenkel gegen das Becken zu beugen, sind: der Iliacus internus, der Psoas (major und minor), der Tensor fasciae latae.

Diese drei Muskeln bewirken eine kräftige Beugung des Oberschenkels gegen das Becken; ihre synergische Thätigkeit ist beim zweiten Tempo des Ganges zur Schwingung der unteren Gliedmasse von hinten nach vorn nothwendig, und ich habe sie deshalb in einen Paragraphen vereinigt. Noch einige andere Muskeln bewirken die Beugung des Oberschenkels: der Rectus femoris, der Sartorius und der Pectinaeus. Ich verschiebe aber die Studie über den ersteren bis zu dem Artikel, der den Streckmuskeln des Unterschenkels gegen den Oberschenkel gewidmet ist, die Studie über den zweiten bis zu dem Artikel, der die Beuger des Unterschenkels behandelt.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

I. Iliacus. — Wenn man die elektrische Contraction des Musculus iliacus internus hervorrufen will, so lässt man einen Gehülfen mit seinen Händen die Bauchwand, die diesem Muskel entspricht, so weit niederdrücken, dass Raum genug für die Application von zwei Elektroden dazwischen bleibt. Wenn der Strom bei diesem Versuche stark genug ist, so kann man bei einem sehr magern und mit flachem Bauche versehenen Individuum die durch die Contraction des Iliacus hervorgerufenen Bewegungen constatiren, obgleich die Muskelbündel, die man im Bereich der faradisirten Stelle in der Bauchwand trifft, sich zu gleicher Zeit contrahiren. Man bemerkt dann Folgendes:

Wenn das Individuum in aufrechter Stellung auf einer seiner unteren Gliedmassen steht und sich auf einem Podium befindet, das hoch genug ist, damit die andere Gliedmasse, die dem Versuche unterworfen wird, schwingen kann ohne auf den Boden aufzustossen, so sieht man, wie sich der Oberschenkel auf der Seite der Reizung gegen das Becken beugt und etwas um seine Längsaxe von innen nach aussen rotirt. Wird derselbe Versuch an dem Individuum angestellt, während es sich in Rückenlage befindet, so erfolgen dieselben Bewegungen; aber die Beugung des Oberschenkels wird dann nur schwer erhalten, weil sich die Schwere der Gliedmasse derselben wiedersetzt.

II. Psoas. — Es ist mir unmöglich gewesen, die Faradisation auf den Psoas zu localisiren. Nach seinen Insertionspunkten und seiner Richtung ist die Annahme gestattet, dass seine Wirkung auf den Femur dieselbe ist, wie die des Iliacus, von dem er nur eine Art Anhang bildet. Aus diesem Grunde werde ich nach dem Beispiele Cruveilhier's diesen Muskel und den vorhergehenden in der gemeinschaftlichen Benennung des Ileopsoas zusammenfassen.

III. Tensor fasciae latae. — Wird das Individuum wie in dem vorhergehenden Versuche placirt, so sieht man 1) unter dem Einflusse einer schwachen Reizung des Tensor fasciae latae, wie die Weichtheile der Aussenseite des Oberschenkels, die diesen Muskel und den Vastus externus bedecken, schief nach vorn und innen getrieben werden, und sich darauf eine sehr markirte Depression der Hautoberfläche dieser Gegend abzeichnet; 2) bei einem etwas stärkeren Strome rotirt ausserdem der Oberschenkel von aussen nach

innen; 3) beim Maximum der elektrischen Reizung endlich wird der Oberschenkel ein wenig schief nach vorn und aussen gegen das Becken gebeugt, während sich gleichzeitig die genannten Bewegungen vollziehen. Es ist mir nicht möglich gewesen, eine Abduction des Oberschenkels zu erhalten.

B. Bemerkungen.

331. Die Gegend, an der man bei den vorstehenden Versuchen operiren muss, ist so empfindlich, dass die herzhaftesten Individuen gewöhnlich Bewegungen, die durch den Schmerz bedingt werden, nicht unterdrücken können; die Beobachtung wird dadurch erschwert. Diesen Uebelstand habe ich vermieden, indem ich an vollständig gefühllosen Individuen experimentirte, wie man es beispielsweise bei Hysterischen antrifft, die gewöhnlich gleichzeitig die willkürlichen Bewegungen verloren hatten.

Die isolirte Contraction des Ileopsoas habe ich erhalten können, indem ich ein Individuum faradisirte, bei dem die Muskeln der rechten Bauchwand atrophirt waren; dabei konnte ich die oben beschriebenen Bewegungen constatiren.

332. Der elektrophysiologische Versuch beweist hier nur das, was in fast allen Lehrbüchern der Anatomie gelehrt worden ist, dass nämlich der Musculus ileopsoas den Oberschenkel gegen das Becken beugt und ihm gleichzeitig eine Rollbewegung nach aussen ertheilt.

333. Nur Winslow scheint aus diesem Muskel ausschliesslich einen Beuger des Oberschenkels gemacht zu haben, denn er erwähnt die Drehbewegung, die er dem Oberschenkel ertheilt, gar nicht. Dieser berühmte Anatom, der so minutiös alle Eigenbewegungen der Muskeln analysirt und über die Muskelphysiologie so viel Licht verbreitet hat, hätte sicher nicht verfehlt, diese von dem Ileopsoas ausgeübte wichtige Bewegung der Rollung zu erwähnen, wenn er geglaubt hätte, dass sie zur Eigenwirkung des Muskels gehörte. Der physiologische Versuch benimmt also über diesen Punkt jeden Zweifel, wenn ein solcher überhaupt noch bestehen konnte.

334. Die von dem Ileopsoas ausgeführte Rollbewegung ge-
[illegible] cht mit grosser Kraft, dies beweist der folgende Versuch.
[illegible] vo ich durch die Faradisation dieses Muskels die Drehung
[illegible] henkels nach aussen erhalten hatte, konnte ich ohne An-
[illegible] dem Oberschenkel eine Bewegung in entgegengesetzter

Richtung ertheilen, oder es genügte mir auch dabei die vordere Portion des Glutaeus medius, die bekanntlich die Einwärtsrollung bewirkt, nur mässig zu reizen, um die Drehwirkung des Ileopsoas zu neutralisiren und sogar eine Drehbewegung des Oberschenkels nach innen zu erhalten.

335. Diese Rollwirkung des Ileopsoas nach aussen machte bei der willkürlichen Beugung des Oberschenkels gerade nach vorn die Mitwirkung eines Muskels nothwendig, der, während er ebenfalls die Beugung des Oberschenkels bewirkte, gleichzeitig Antagonist oder Moderator seiner Rollung nach aussen war. Ein solcher Muskel ist der, den man Tensor fasciae latae genannt hat. Wenn man nämlich gleichzeitig diesen Muskel und den Ileopsoas faradisirt, so geschieht die Beugung ohne jede Rollbewegung.

Die von dem Tensor fasciae latae bewirkte Rollbewegung ist nicht sehr ausgiebig, der Muskel beschränkt sich vielmehr darauf, der Drehung des Oberschenkels nach aussen entgegenzuwirken, und wenn er auf dem Höhepunkte seiner Contraction angelangt ist, so sieht die Spitze des Fusses nach vorn.

336. Der elektrophysiologische Versuch hat soeben bewiesen, dass in Uebereinstimmung mit der Ansicht Winslow's*) und aller Anatomen, die ihm gefolgt sind, der Tensor fasciae latae die Aponeurose des Oberschenkels spannt, und dass er im besonderen auf den Streifen dieser aponeurotischen Haut wirkt, wie Cruveilhier**) bemerkt, welcher die Fortsetzung dieses Muskels bildet, den Winslow mit Recht Muskel der Fascia lata genannt hat. Aber Sabatier***) hat mit Unrecht behauptet, dass hierin seine Hauptverrichtung liegt; ich werde das bald beweisen.

Durch dieses selbe Experiment hat sich auch herausgestellt, dass entgegen der Ansicht Cruveilhier's und Sappey's die Thätigkeit des Tensor fasciae latae als eines Streckmuskels des Unterschenkels gegen den Oberschenkel nicht merklich ist. Die klinische Beobachtung lässt an dem Vorhandensein einer solchen Wirkung zweifeln, wie man bald sehen wird (s. 341). Uebrigens liegt der Beweis, dass dieser Muskel nicht in das Zusammenspiel von Muskeln eingeht, das die Streckung des Unterschenkels besorgt, in Folgendem. Während eine der unteren Gliedmassen auf einer

*) Loc. cit. p. 328. No. 1090.
**) Loc. cit. p. 733.
***) Traité complet d'anatomie. t. I p. 356.

horizontalen Unterlage aufruht oder in Ruhelage senkrecht herabfällt, ohne den Boden zu berühren, lässt man willkürlich den Unterschenkel gegen den Oberschenkel strecken; wenn man dann den Tensor fasciae latae reizt, so constatirt man, dass er vorher unthätig war, denn man sieht ihn augenblicklich sich contrahiren und die Bewegungen ausführen, die ihm eigen sind.

337. Die Anatomen haben im Allgemeinen dem Tensor fasciae latae eine ziemlich kräftige Abductionswirkung auf den Oberschenkel oder auf das Becken, wenn der Oberschenkel zum festen Punkte wird, zugeschrieben. Dagegen hatte Winslow bemerkt: „Man hat ihn mit Unrecht für einen Abzieher des Oberschenkels gelten lassen. Die Richtung dieses Muskels ist der Bewegung der Abziehung oder Spreizung durchaus entgegen“ *).

Der elektrophysiologische Versuch hat durch den Nachweis, dass der Tensor fasciae latae nur eine sehr geringe Abduction bewirkt, bewiesen, dass Winslow der Wahrheit nahe kam.

338. Dies ist aber nicht seine Hauptthätigkeit, denn die elektrische Erregung dieses Muskels beugt den Oberschenkel gegen das Becken schief nach vorn und nur sehr wenig nach aussen.

Er tritt ausserdem in die Muskelsynergie der Beugung des Oberschenkels ein. Wenn nämlich das Individuum den Oberschenkel gegen das Becken neigt, und man dieser Bewegung einigen Widerstand entgegensetzt, um die energische Contraction derjenigen Muskeln, die dabei synergisch in Thätigkeit treten, hervorzurufen, dann fühlt man mit dem an seinen Anheftungspunkt an der Spina ilei anterior superior angelegten Finger, dass der Tensor fasciae latae stark contrahirt wird.

Auf dieselbe Weise, wenn man nämlich den Finger an den Ansatzpunkt des Tensor fasciae latae an der Spina ilei anterior superior anlegt, kann man feststellen, dass er bei der schwingenden Bewegung der unteren Gliedmasse nach vorn im zweiten Zeitabschnitt des Ganges mitwirkt.

Aus alledem ergiebt sich, dass der Tensor fasciae latae bei der Beugebewegung des Oberschenkels gegen das Becken hauptsächlich zu dem Zwecke mitzuwirken hat, die durch den Ileopsoas bedingte Rollbewegung nach aussen zu beschränken.

---

*) Loc. cit. p. 328. No. 1090.

§ II. Pathologische Physiologie.

339. Ich habe soeben dargethan, dass die Hauptbestimmung des Tensor fasciae latae bei seiner Association mit dem Ileopsoas für die Beugung des Oberschenkels die ist, die Drehwirkung dieses letzteren Muskels nach aussen durch seine synergische Zusammenziehung mit ihm im zweiten Zeitabschnitte des Ganges zu neutralisiren, um die untere Extremität gerade nach vorn schwingen zu lassen.

Durch die klinische Beobachtung wird diese Thatsache noch weiter ins Licht gestellt. Bei den Individuen nämlich, bei denen der Tensor fasciae latae allein gelähmt oder atrophisch ist, rotirt bei der Schwingung von hinten nach vorn im zweiten Zeitabschnitt des Ganges der Oberschenkel nach aussen, obgleich sie die Rollung nach aussen verhindern können, wenn ihre Aufmerksamkeit darauf gerichtet ist.

Lange Zeit habe ich diese Ursache der Rollung des Oberschenkels nach aussen im zweiten Zeitabschnitte des Ganges verkannt, und unter folgenden Umständen erst habe ich den Mechanismus derselben entdeckt.

Ein junges Mädchen war im Alter von 2 Jahren von einer Lähmung der unteren Gliedmassen befallen worden, wovon nichts weiter zurückgeblieben war, als auf der rechten Seite eine übertriebene Rollung des Oberschenkels von innen nach aussen und etwas Hinken beim Gange. Ihre Eltern schoben diese abnorme Bewegung der unteren Gliedmassen auf schlechte Gewohnheit. Die Kranke konnte sie nämlich verhindern, sobald sie ihre Aufmerksamkeit darauf richtete; sobald sie aber nicht mehr daran dachte, rotirte der Oberschenkel zur Zeit, wo sie ihn nach vorn beugte, aufs neue nach aussen, und in Folge davon war der Fuss, wenn er auf den Boden aufgesetzt wurde, ebenfalls nach aussen gedreht. Die rechte untere Extremität war im Vergleich zu der anderen Seite schwach entwickelt. Alle ihre partiellen Bewegungen waren merklich schwächer. Dennoch konnte dieses Mädchen die Rollung des Oberschenkels nach auswärts und einwärts vollkommen und mit genügender Kraft ausführen. — Die Rollbewegung wurde aber dabei, wie ich constatirte, von der vorderen Portion des Glutaeus medius bewerkstelligt, der Tensor fasciae latae dagegen war gänzlich atrophirt.

Dieses junge Mädchen hatte also eine atrophische Lähmung der rechten Unterextremität im Alter von zwei Jahren gehabt. Die

Bewegungen dieser Gliedmasse waren in einigen Monaten rasch zunehmend zurückgekehrt, und die allgemeine Ernährung hatte darunter wenig gelitten; aber der Tensor fasciae latae, dessen Innervation tiefer beeinträchtigt worden war, war vollständig zerstört. Der Ausfall der Mitwirkung dieses Muskels, wodurch die Rollwirkung nach aussen, die der Ileopsoas auf das Femur übt, neutralisirt wird, war die einzige Ursache der pathologischen Bewegung, die sich beim Gange zur Zeit der Schwingung der befallenen unteren Gliedmasse von hinten nach vorn einstellte. Die willkürliche Contraction der vorderen Portion des Glutaeus medius konnte sie zwar verhindern; da aber dieser Muskel nicht die Bestimmung hat, sich synergisch mit denjenigen Muskeln, die die Schwingung der Unterextremität von hinten nach vorn im zweiten Zeitabschnitt des Ganges besorgen, zu contrahiren, so konnte der Wille nicht so beständig wirken, wie die Muskelcombination, die in instinctiver Weise dem Vorschreiten dient.

In einigen anderen Fällen habe ich die Lähmung derjenigen Muskeln, die vom Nervus glutaeus superior innervirt werden, beobachtet (Glutaeus medius und minimus und Tensor fasciae latae). Das Individuum konnte den Oberschenkel nicht beugen, ohne ihn nach aussen zu rollen, und die Fussspitze führte dabei ungefähr eine Achteldrehung nach aussen aus.

Um das Gesagte zusammenzufassen, so bestätigen die so eben dargelegten klinischen Thatsachen dasjenige, was ich durch die elektrophysiologische Versuchsreihe bewiesen hatte, dass nämlich der Iliacus und der Psoas Beuger und zugleich Roller des Oberschenkels nach aussen sind, und dass der Tensor fasciae latae als Beuger und Roller des Oberschenkels nach innen dazu dient, ihre Rollwirkung nach aussen bei der willkürlichen Beugung des Oberschenkels zu neutralisiren. *)

---

*) Die Bekanntschaft mit dem Mechanismus der Functionsstörungen durch Ausfall der Wirkung des Tensor fasciae latae hat mir das Mittel eingegeben, denselben mit Leichtigkeit abzuhelfen. Die Kinder, bei denen dieser Muskel von der atrophischen Lähmung befallen worden ist, haben gewöhnlich andere Muskeln, die den Unterschenkel und Fuss bewegen, in gleicher Weise afficirt. Es ist dann nöthig, sie einen Stützapparat tragen zu lassen, der ihnen das Gehen möglich macht und erleichtert. An dem oberen Theil der äusseren Schutzschiene [illegible] Apparates, in der Höhe des Kniegelenks, braucht man nur einen [illegible] Riemen von Kautschuck anzuheften, und das andere Ende [illegible] und vorderen Theil eines Leibgurtes oder Corsets zu



340. Mit welcher Kraft der Tensor fasciae latae als Beuger des Oberschenkels gegen das Becken oder des Beckens gegen den Oberschenkel, wenn dieses zum festen Punkte für den Muskel wird, wirken kann, zeigt die narbige Verkürzung des Tensor fasciae latae.

Bei Individuen nämlich, die in Folge von atrophischer Kinderlähmung die Streckmuskeln des Oberschenkels gegen das Becken verloren hatten, habe ich den Tensor fasciae latae in Contractur gerathen und mit Länge der Zeit sich verkürzen sehen. Diese Verkürzung hatte sich bei ihnen zunehmend in folgender Weise gebildet. Sie waren im Alter von 6 Monaten bis 2 Jahren von einer Lähmung der Unterextremitäten betroffen worden; mit der Zeit oder unter dem Einflusse einer Behandlung waren die Bewegungen in gewissen Muskeln wiedergekehrt, während in anderen die Lähmung und die Atrophie fortbestanden hatte. So hatte sich allmählich die Beugung des Oberschenkels gegen das Becken wieder hergestellt, während die als Antagonisten dieser Bewegung wirkenden Muskeln vollständig unthätig geblieben waren. Da der Oberschenkel continuirlich die Beugestellung beibehalten hatte, besonders beim Aufenthalt im Bette, so hatte sich als Folge davon ergeben, dass der Tensor fasciae latae sich in Folge seiner continuirlichen Verkürzung zunehmend retrahirte, so dass der Oberschenkel nicht mehr gestreckt werden konnte und, wenn man ihn unter grosser Anstrengung schliesslich im Sinne der Streckung bewegte, das Becken mit sich zog und nach vorn neigte. Dabei liess sich feststellen, dass die continuirliche Beugung des Oberschenkels einzig durch die Retraction des Tensor fasciae latae bedingt war, denn man fühlte die starke Anspannung desselben unter dem Finger, wenn man diesen in der Gegend seiner oberen Endigung anlegte. Bei meinen kleinen Kranken war die Thätigkeit des Ileopsoas aufgehoben oder geschwächt, so dass die willkürliche Beugung des Oberschenkels hauptsächlich oder allein durch den Tensor fasciae latae geschah, der sich energisch contrahirte. Unter dem Einfluss dieser gesteigerten und so zu sagen stellvertretenden Function hatte die Ernährung des Muskels sehr zugenommen, und seine Fleischmasse bot einen beträchtlich grösseren Umfang als im Normalzustande. *)

---

befestigen, und dann diesen Riemen etwas anzuspannen, um die Drehwirkung des Ileopsoas nach aussen bei der Schwingung der Extremität von hinten nach vorn zu neutralisiren.

*) Die Contractur des Tensor fasciae latae verursacht nicht allein eine grosse Störung beim Stehen und Gehen, sie erzeugt auch eine Neigung des Beckens nach vorn und eine daraus folgende Verkrümmung der Wirbelsäule. Diese

341. Wenn der Tensor fasciae latae wirklich die Streckung des Unterschenkels gegen den Oberschenkel bewirkte, hätte ich es in dem vorstehenden Falle, wo, wie ich schon gesagt habe, der Vastus und der Rectus femoris nicht mehr existirten, leicht constatiren müssen. Es hatte aber nicht allein die Verkürzung dieses Muskels, welche den Oberschenkel continuirlich in einer gewissen Flexionsstellung erhielt, das Kniegelenk gänzlich freigelassen; sondern ich konnte auch nicht beobachten, dass er auch nur die geringste Wirkung auf die Streckung des Unterschenkels übte, wenn das Individuum ihn stark contrahirte, um den Oberschenkel zu beugen.

Diese klinische Thatsache beweist somit — und ich könnte ihr andere ähnliche hinzufügen — dass, der Meinung der Autoren entgegen, der Tensor fasciae latae kein Strecker des Unterschenkels gegen den Oberschenkel ist.

Man wird ausserdem bemerken, dass in diesen Fällen von Contractur des Tensor fasciae latae die Bewegungen des Kniegelenkes vollständig frei geblieben waren, und dies beweist wieder, wie übrigens schon die elektromuskuläre Versuchsreihe festgestellt hatte, dass dieser Muskel nicht zu den Streckern des Unterschenkels gehört.

342. Die klinische Beobachtung lehrt, dass die Thätigkeit der Beugemuskeln des Oberschenkels gegen das Becken zum Vorschreiten unerlässlich ist. Dies zeigen folgende Beispiele.

Ich habe constatirt, dass Individuen, die nur die Streckbewegung des Oberschenkels gegen das Becken eingebüsst hatten, noch gehen konnten. Ich habe selbst solche Individuen gesehen, die von allen Muskeln ihrer unteren Extremität nur die Beuger des Oberschenkels bewahrt hatten, und die dennoch mit Hülfe eines starren Apparates, der den Unterschenkel gegen den Oberschenkel gestreckt und den Fuss gegen den Unterschenkel gebeugt erhielt, noch gehen konnten, vorausgesetzt, dass die Beugemuskeln des Oberschenkels noch im Stande waren, die Schwingung der Unterextremität von hinten nach vorn im zweiten Zeitabschnitte des Ganges zu besorgen.

Contractur ist mit mechanischen Mitteln schwer zu heilen und kann die [illegible]ie erforderlich machen. Man kann voraussehen, dass sie sich bilden [illegible]nn die Strecker des Oberschenkels gegen das Becken ihre Wirkung [illegible] haben. Um ihrer Ausbildung unter diesen Umständen entgegenzu[illegible] wird es genügen im Bettaufenthalt den Oberschenkel gegen das [illegible] gestreckt zu erhalten.

Dagegen bedarf es nur der Lähmung der Beugemuskeln des Oberschenkels, um jedes Vorschreiten absolut unmöglich zu machen. Welche Anstrengung dann auch das Individuum machen mag, um seine unteren Gliedmassen zu erheben oder nach vorn zu bringen, es ist nicht im Stande sie vom Boden abzuheben.

343. Es ist nicht etwa eine grosse Kraft der Beugung des Oberschenkels gegen das Becken erforderlich, um die Schwingung der Unterextremität nach vorn zu vollziehen, vermittels deren das Vorschreiten statthaben kann. So habe ich Individuen gesehen, bei denen die Kraft der Beugebewegung des Oberschenkels kaum 4 — 5 Kg. anstatt 30 — 40 Kg. betrug, und die noch ziemlich leicht auf einer horizontalen Ebene gehen konnten; freilich mussten sie grosse Anstrengungen machen um eine Treppe zu steigen, und beim Gehen ermüdeten sie rasch.

344. Zwei berühmte Physiologen, die Brüder W. und E. Weber*) in Leipzig, behaupten, dass in der zweiten Zeit des Ganges die Unterextremität von hinten nach vorn nach Art eines Pendels ausschliesslich durch physikalische Kräfte schwinge. Die Thatsachen, die ich eben berichtet habe, beweisen, dass zur Vollbringung dieser schwingenden Bewegung im zweiten Zeitabschnitt des Ganges eine Thätigkeit der Beuger des Oberschenkels absolut nothwendig ist, und dass die beiden Weber Unrecht hatten, wenn sie sie ausschlossen. Ich behalte mir vor, diese wichtige Frage noch eingehender zu behandeln.

Vierter Artikel.

Muskeln, die die Anziehung des Oberschenkels besorgen.

Die Muskeln, welche die Anziehung des Oberschenkels besorgen, von denen in diesem Artikel die Rede sein wird, sind, wenn man sie danach ordnet, wie gerade und kräftig ihre Wirkung ist, der Pectinaeus, der Adductor brevis und longus und der Adductor magnus. — Auch der Gracilis ist ein Anzieher des Oberschenkels, aber die

---

*) Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge, mit Atlas. Göttingen 1836.

Studie über ihn wird ihre Stelle besser in dem Artikel finden, der von den zur Bewegung des Unterschenkels gegen den Oberschenkel dienenden Muskeln handelt.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

Folgende Bewegungen werden durch die Faradisation jedes der Muskeln, die die Anziehung des Oberschenkels besorgen, hervorgebracht:

1) Durch den Pectinaeus wird der Oberschenkel gegen das Becken gebeugt und etwas nach einwärts gebracht, gleichzeitig führt er um seine Längsaxe eine Rollbewegung von innen nach aussen aus.

2) Durch den Adductor brevis wird der Oberschenkel gleichfalls gebeugt und nach innen gebracht, da aber die dabei stattfindende Adductionsbewegung stärker ausgesprochen ist, als seine Bewegung nach vorn, so wird er durch den Oberschenkel der anderen Seite in ersterer Bewegung aufgehalten; der Muskel bewirkt ausserdem eine Rollbewegung von innen nach aussen.

3) Durch den Adductor magnus wird der Oberschenkel gerade nach innen gebracht, ausserdem bewirkt sein oberer Abschnitt eine Drehung des Schenkels von innen nach aussen, während sein unterer Abschnitt ihm eine Rollbewegung von aussen nach innen ertheilt, um ihn in seine normale Stellung zurückzuführen, wenn er sich vorher in Rotation nach aussen befand.

Was den Adductor longus betrifft, so ist er vom Pectinaeus und Adductor brevis bedeckt und der directen Faradisation unzugänglich.

B. Bemerkungen.

345. Man hat den Pectinaeus und den Adductor brevis und longus als Muskeln betrachtet, die in gleicher Weise die Beugung wie die Anziehung des Oberschenkels besorgten. Einige Anatomen, u. A. Herr Professor Cruveilhier*), wagten sogar nicht zu versichern, dass nicht auch der Adductor magnus ebenfalls einigen Einfluss auf die Beugung des Oberschenkels besässe.

Es handelte sich also darum, genau festzustellen, welche Wirkung

*) Traité d'anatomie. 4e édition. t. I. p. 746.

jedem dieser Muskeln eigen war, und in welchem Verhältnisse jeder von ihnen an diesen Bewegungen theilnimmt. Vermittelst der elektromuskulären Untersuchungen, deren Ergebnisse in den vorstehenden Experimenten mitgetheilt worden sind, ist es mir möglich gewesen, dies zu untersuchen.

Diese Experimente sind nur möglich, wenn sich das Individuum aufrecht auf einem der Unterschenkel stehend befindet, und zwar auf einem erhöhten Podium, so dass die andere untere Gliedmasse, die dem Experiment unterworfen wird, senkrecht herabfällt und frei nach allen Richtungen hin schwingen kann.

346. Aus den oben berichteten Thatsachen hat sich ergeben, dass der Pectinaeus Beuge- und zugleich Adductionsmuskel ist, d. h., dass bei seiner aus Beugung und Anziehung gemischten Bewegung der Oberschenkel hinreichend weit nach vorn gebracht wird, um im Nothfalle die Richtung des Oberschenkels der anderen Seite zu kreuzen. Dies ist beispielsweise der Muskel, der sich synergisch mit dem Ileopsoas zusammenzieht, wenn man sitzt und die Oberschenkel über einander legen will.

347. Dagegen ist gezeigt worden, dass der Adductor brevis mehr Anzieher als Beugemuskel ist, d. h., dass die schiefe Bewegung des Oberschenkels nach innen und vorn, die der Muskel bedingt, nicht so weit nach vorn geht, um den Schenkel über den der andern Seite zu bringen.

Es ist mir unmöglich gewesen, den Adductor longus, der von dem Adductor brevis bedeckt ist, für sich allein zur Contraction zu bringen, da aber seine Anheftungspunkte und seine Richtung ungefähr dieselben sind, wie die des letzteren, so wird man rationeller Weise annehmen, dass seine Eigenthätigkeit auf den Oberschenkel dieselbe ist.

Was den Adductor magnus betrifft, so bewirkt er die Anziehung des Oberschenkels gerade nach einwärts.

348. Alle Adductionsmuskeln des Oberschenkels sind gleichzeitig Roller desselben nach aussen. Der Adductor magnus übt diese Wirkung nur mit seinem oberen Abschnitte, während sein unterer Abschnitt, der der mächtigere ist, den Schenkel so weit nach innen rollen lässt, bis die Spitze des Fusses nach vorn sieht, wenn er zur Zeit der Reizung dieses Muskels nach aussen gerollt war.

Diese Rollwirkung des unteren Abschnittes des Adductor magnus nach einwärts ist bei gewissen Bewegungen der unteren Gliedmassen sehr nützlich, so z. B. dem Reiter, der es vermeiden muss, den Bauch seines Pferdes mit den Sporen zu berühren, besonders wenn er es fest zwischen seine Schenkel schliessen will. Dies würde ihm schwer gelingen, wenn er der Rollwirkung nach einwärts durch den unteren Abschnitt seines Adductor magnus beraubt wäre. Man weiss ja, dass jeder, der kein guter Reiter ist und sich fest im Sattel halten will, indem er ihn zwischen die Schenkel presst, seine Schenkel so nach aussen dreht, dass die Ferse nach dem Bauch des Pferdes sieht, und dass es eine besondere Anstrengung erfordert, die Spitze des Fusses nach vorn und die Hacke nach hinten zu richten. Diese Rollbewegung also des Oberschenkels nach innen während seiner Anziehung wird hauptsächlich durch die untere Portion des Adductor magnus besorgt. Wenn diese Portion nicht da wäre, so könnte zwar der Reiter die Rollwirkung seiner anderen Adductoren nach aussen dadurch neutralisiren, dass er synergisch die vordere Partie des Glutaeus medius, die den Oberschenkel nach innen rollt, contrahirte; da dieser Muskel aber gleichzeitig die Abziehung des Schenkels bewirkt, so würde ein Antagonismus die Folge sein, welcher die Thätigkeit der Adductoren beeinträchtigen und eine continuirliche Anstrengung von ihrer Seite erforderlich machen würde. Bekanntlich können aber Männer, die an das Reiten gewöhnt sind, mit Leichtigkeit, wenn sie im Sattel sind, ihren Extremitäten eine solche Stellung ertheilen, dass ihre Fussspitze nach vorn und die Ferse nach hinten sieht und sie nicht der Gefahr ausgesetzt sind, unwillkürlich mit ihren Sporen den Bauch des Pferdes zu berühren. Ohne die untere Portion des Adductor magnus würden sie nicht im Stande sein, diese Stellung lange beizubehalten.

§ II. Pathologische Physiologie.

349. Bei der atrophischen Lähmung des Kindesalters werden manchmal die als Anzieher wirkenden Muskeln partiell oder in Gesammtheit befallen. Ich habe für meinen Theil etwa 10 solcher Fälle beobachtet. Mehrere Male habe ich festgestellt, dass die untere Portion des Adductor magnus atrophisch war.

Davon habe ich mich auf folgende Weise überzeugt. Das Individuum konnte das befallene Glied der andern Seite nähern, aber nur schwach. Ich fühlte dabei die weiter aufwärts gelegene Masse

der Adductoren in Contraction treten, um so kräftiger, wenn ich mich dieser Bewegung widersetzte; aber das sehnige Ende der unteren Portion des Adductor magnus verharrte in der Erschlaffung. Wenn ich denselben Versuch auf der gesunden Seite anstellte, so fühlte ich dagegen die untere Portion sich kräftig härten.

350. Wenn in diesem Falle der Kranke die Oberschenkel kräftig einander näherte, während die Unterschenkel in Streckung standen, so sah man auf der befallenen Seite die Fussspitze sich nach aussen drehen. Diese Thatsache beweist, dass bei der Adductionsbewegung des Oberschenkels die untere Portion des Adductor magnus die Rollwirkung aller anderen zur Anziehung dienenden Muskelbündel nach aussen. beschränkt.

Das Individuum, das der Thätigkeit der unteren Portion des Adductor magnus beraubt ist, kann zwar willkürlich die Rollbewegung seines Oberschenkels nach aussen verhindern, aber es muss dann eine besondere Anstrengung machen, denn es muss die vordere Portion des Glutaeus medius contrahiren, deren kräftige Rollwirkung nach einwärts von seiner Abductionswirkung unzertrennlich ist, und daraus entsteht ein Antagonismus, der in die normale Muskelsynergie der Anziehung des Oberschenkels nicht hineinpasst.

351. Jedesmal wenn ich den Ausfall der Wirkung der unteren Portion des Adductor magnus angetroffen habe, konnte ich beobachten, dass sich der Oberschenkel in seiner Ruhelage nach aussen gerollt fand, so dass der Fuss beim aufrechten Stehen etwas mehr nach aussen sah, als auf der gesunden Seite. Diese Thatsache zeigt, dass diese Muskelportion bei der Bewahrung der normalen Haltung der Unterextremität in der Ruhe eine wichtige Rolle spielt. Wenn man sich erinnert, dass fast alle den Oberschenkel bewegenden Muskeln seine Rotation nach aussen bewirken, und dass allein die vordere Portion des Glutaeus medius und minimus diese Drehwirkung nach aussen kräftig beschränken, so wird man begreifen, dass in Folge Wegfalles der moderirenden Wirkung der unteren Portion des Adductor magnus als eines Einwärtsrollers das Gleichgewicht der antagonistischen tonischen Kräfte, die den Oberschenkel in einer mittleren Stellung zwischen der Rollung nach einwärts und der nach auswärts halten, gebrochen werden wird, und dass sich die Gliedmasse nothwendigerweise nach aussen drehen wird.

Die klinische Thatsache, die ich so eben berichtet habe, erweist also die Wichtigkeit der unteren Portion des Adductor magnus für

die Bewahrung der normalen Stellung des Oberschenkels in der Muskelruhe.

352. Bei den Individuen, bei denen ich die Anzieher des Oberschenkels atrophisch fand, fiel die untere Gliedmasse durch ihr eigenes Gewicht senkrecht herab, wenn das Individuum auf der anderen Unterextremität aufrecht stand; aber im zweiten Zeitabschnitte des Ganges wurde sie, anstatt gerade von hinten nach vorn zu schwingen, etwas schief nach aussen und vorn geführt.

Wenn sich ferner das Individuum in Rückenlage befand und die befallene Unterextremität bei Bewahrung der Streckstellung des Unterschenkels erheben wollte, so sah man, dass er es nicht gerade nach oben thun konnte, und dass das Glied sich immer schief nach aussen und oben begab.

353. Wenn man sich von diesen pathologischen Bewegungen Rechenschaft geben will, so muss man den Mechanismus der Beugung des Oberschenkels gegen das Becken genau kennen. Ich will ihn hier kurz aus einander setzen.

Wenn sich ein Individuum in normalen Bedingungen befindet und horizontal auf dem Rücken liegend die eine seiner unteren Gliedmassen mit gestrecktem Unterschenkel schief nach oben und aussen erhebt, so contrahirt es seine adducirenden und abducirenden Beugemuskeln, und zwar die letzteren stärker als die ersteren. Will es darauf das Bein schief nach innen erheben, so treten dieselben Muskeln in Contraction, aber hier sind es die Adductoren, die sich stärker contrahiren als die Abductoren. Wenn endlich die Erhebung des Gliedes gerade nach vorn geschieht, so wird sie immer noch durch dieselbe Muskelcombination bewirkt, aber die Adductoren und Abductoren wirken mit gleicher Kraft, um zu verhindern, dass das Glied nach innen oder aussen abweicht.

Durch das Vorangegangene wird es begreiflich, dass wenn zur Zeit der willkürlichen Beugung des Oberschenkels die Adductionsmuskeln in Wegfall kommen, das Bein nothwendiger Weise in die Richtung der Thätigkeit ihrer Antagonisten gezogen werden wird, d. h. nach aussen, denn der Mensch hat nicht die Macht die Contraction der Muskeln, die in die physiologische Muskelsynergie, mittelst deren die willkürliche Beugung des Oberschenkels gegen das Becken ieht, eintreten, zu unterdrücken oder zu suspendiren. Das telspiel, das die Schwingung der Unterextremität von hinten vorn im zweiten Zeitabschnitte des Ganges besorgt, ist absolut selbe. Dabei contrahiren sich die Beuger des Oberschenkels,

seine Adductions- und Abductionsmuskeln synergisch, mit überwiegender Wirkung der Abductions- oder Adductionsmuskeln, um das Bein schief nach innen oder nach aussen zu stellen, oder mit gleicher Kraft, um es gerade nach vorn schwingen zu lassen. In Folge dessen wird allemal, wenn die Adductionsmuskeln ihre Thätigkeit eingebüsst haben, die physiologische Schwingung der Unterextremität von hinten nach vorn zwar noch geschehen können, aber ausschliesslich in einer schief nach aussen abweichenden Richtung.

General-Uebersicht.

A. Bewegungen der Streckung, Abziehung und Rollung des Oberschenkels.

I. Der Glutaeus maximus streckt sehr kräftig den Oberschenkel gegen das Becken und umgekehrt; gleichzeitig bewirkt er die Rollung desselben nach aussen (s. S. 261).

II. Seine vermeintliche Abductionswirkung auf den Oberschenkel ist durch den elektromuskulären Versuch nicht bestätigt worden (s. 308).

Er hat nicht die Macht, zu verhindern, dass das Becken sich nach der entgegengesetzten Seite neigt, wie die Unterextremität, auf der man sich beim aufrechten Stehen hält (s. 309).

III. Beim aufrechten Stehen und Gehen spielen die Glutaei maximi nicht eine so wichtige Rolle, wie sie ihnen von den Physiologen zugeschrieben worden ist. Diese Muskeln bleiben dabei vollkommen unthätig, und die Streckung des Beckens gegen den Oberschenkel wird unter diesen Umständen von anderen Muskeln ausgeführt, wie man in der Folge sehen wird.

Von der Richtigkeit dieser Behauptung kann man sich leicht an sich selbst überzeugen. Sie wird ferner durch die klinische Beobachtung bestätigt. Die Thätigkeit der Glutaei maximi kann nämlich aufgehoben sein, ohne dass der Gang in merklicher Weise dadurch beeinträchtigt oder gar unmöglich gemacht würde (s. 319).

IV. Bei der Ausübung dieser Function der Unterextremitäten kommen die Glutaei maximi erst ins Spiel, wenn sie gewisse Anstrengungen erfordert, wie wenn man auf einer ansteigenden Ebene geht, wenn man eine Treppe steigt, beim Springen, beim Tanzen, endlich wenn man sich aus sitzender Stellung erheben will. Anderer-

seits bemerkt man, dass die Individuen, die der Thätigkeit der Glutaei maximi beraubt sind, eine weit geringere Kraft in der Streckung des Rumpfes gegen den Oberschenkel besitzen, besonders um eine schwere Last auf den Schultern zu tragen, und bei den verschiedenen so eben angeführten Muskelübungen (s. 320).

V. Gegen die Meinung der Autoren bleiben die untersten Fascikeln des Glutaeus maximus, die sich am Steissbein anheften, dem Acte der Stuhlentleerung und der Niederkunft fremd. Ihre Contraction würde diese Function sogar beeinträchtigen, denn sie nähern die Hinterbacken kräftig an einander (s. 312).

VI. Der Glutaeus medius besteht aus zwei Hälften, die dem Oberschenkel entgegengesetzte Bewegungen ertheilen.

Seine vordere Hälfte führt den Oberschenkel schief nach vorn und aussen und rollt ihn gleichzeitig um seine Längsaxe von aussen nach innen. Seine hintere Hälfte dagegen richtet ihn schief nach hinten und aussen und ertheilt ihm eine Rollbewegung von innen nach aussen. Diese Bewegungen des Oberschenkels sind um so ausgesprochener, je weiter sich die sie bedingenden Muskelbündel von der Mittellinie entfernen.

Daraus ergiebt sich, dass man durch successive Erregung seiner verschiedenen Bündel von vorn nach hinten oder von hinten nach vorn den Oberschenkel mittelst einer Circumductionsbewegung Kreisbogen in entgegengesetzter Richtung beschreiben und gleichzeitig nach aussen oder nach innen rollen lassen kann, zusammen mit Unterschenkel und Fuss, wenn dieser sich bei der Circumductionsbewegung von vorn nach hinten oder von hinten nach vorn in der Streckung befindet (s. 314 und 315 und S. 262).

VII. Da der Glutaeus medius eben so auf das Becken wie auf den Oberschenkel wirkt, wenn dieser der feste Punkt des Muskels wird, so hat er vermöge seiner Abductionswirkung ebenso wie der Glutaeus minimus die Bestimmung, das Becken auf dem Oberschenkel fixirt zu halten, wenn der Körper auf einer der unteren Gliedmassen aufruht und, sei es beim aufrechten Stehen, sei es beim zweiten Zeitabschnitte des Ganges durch sein Gewicht das Becken nach der entgegengesetzten Seite zu neigen sucht.

[illegible] Thatsache wird durch klinische Beobachtungen erwiesen, [illegible] man sieht, wie sich in Folge der Atrophie des Glutaeus [illegible] und minimus das Becken nach der entgegengesetzten [illegible]gt, sobald der Körper auf der befallenen Unterextremität

aufruht, und zwar trotz des gut erhaltenen Glutaeus maximus (s. 322).

B. Rollbewegungen des Oberschenkels nach aussen.

VIII. Durch den elektrophysiologischen Versuch wird bewiesen, dass der Pyriformis, abgesehen davon, dass er die Drehung des Oberschenkels nach aussen bewirkt, ihm gleichzeitig eine schiefe Bewegung nach hinten und etwas nach aussen ertheilt, ganz so wie die hintersten Fasern des Glutaeus medius und minimus, deren Fortsetzung er zu sein scheint. Diese Thatsache war unbeachtet geblieben (s. 325).

IX. Was die Musculi gemelli, den Quadratus femoris, den Obturatorius internus und externus betrifft, so hat der Versuch ihre Rollwirkung auf den Oberschenkel nach aussen einfach bestätigt (s. 326).

X. Die sechs Rollmuskeln des Oberschenkels nach aussen haben als Antagonisten nur die vorderen Bündel des Glutaeus medius und minimus. Indessen ist die mässigende tonische Wirkung dieser letzteren beinahe ausreichend, um zwischen der Drehung des Oberschenkels nach aussen und seiner Drehung nach innen das Gleichgewicht zu erhalten; die Fussspitze sieht nämlich beim aufrechten Stehen oder Gehen nur wenig nach aussen (s. 328).

Man begreift aber, dass die geringste Abschwächung oder das geringste Ueberwiegen der tonischen Kraft der einen oder der anderen die normale Haltung des Oberschenkels modificiren muss, d. h. ihm eine Rollung nach innen oder aussen proportional der Muskelläsion ertheilen muss (s. 329 und 330).

C. Beugebewegungen des Oberschenkels gegen das Becken.

XI. Da die Musculi iliacus und psoas auf den Oberschenkelknochen eine identische Wirkung üben, so müssen sie als zwei Bäuche eines und desselben Muskels mit dem von Cruveilhier vorgeschlagenen Namen des Ileopsoas betrachtet werden.

Der Ileopsoas beugt den Oberschenkel gegen das Becken, kann aber diese Bewegung nicht bewirken, ohne den Oberschenkel von innen nach aussen um seine Längsaxe rollen zu lassen (s. S. 277).

Die von dem Ileopsoas geübte Rollwirkung ist, wie es scheint, von Winslow verkannt worden (s. 333).

XII. Diese Rollbewegung ist schwach im Vergleich zu der Kraft jener, die von den besonderen Rollmuskeln des Oberschenkelknochens (den Gemelli, dem Quadratus und dem Obturatorius internus und externus) selbst einzeln für sich ausgeübt wird (s. 334).

XIII. Der Tensor fasciae latae beugt ziemlich kräftig den Oberschenkel gegen das Becken und umgekehrt.

Diese Thatsache, die schon durch den elektrophysiologischen Versuch bewiesen wird, wird es noch mehr durch die klinische Beobachtung (s. S. 277 III. Tensor fasciae latae und Nr. 338). Die Verkürzung dieses Muskels erhält nämlich den Oberschenkel so kräftig in Beugestellung, dass seine Streckung dann unmöglich wird, und das Gewicht der Unterextremität beim Stehen und Gehen eine Neigung des Beckens nach vorn und eine Sattelbiegung des Rückens analog der bei der spontanen Luxation des Oberschenkelknochens hervorbringt (s. 340).

XIV. Die Beugebewegung findet erst statt, nachdem der Muskel eine Spannung der Oberschenkelaponeurose hervorgebracht hat, wodurch die Weichtheile an der Aussenseite des Oberschenkels nach vorn getrieben und zum Einsinken gebracht werden, besonders höher oben.

XV. Die klinische Beobachtung scheint zu beweisen, dass der Tensor fasciae latae auf die Streckung des Unterschenkels gegen den Oberschenkel keinen merklichen Einfluss hat (s. 341).

XVI. In Uebereinstimmung mit der elektromuskulären Versuchsreihe zeigt die klinische Beobachtung, dass der Tensor fasciae latae mit der Beugung gleichzeitig die Rollung des Oberschenkels von aussen nach innen bewirkt; dies geschieht in einer ziemlich beschränkten Ausdehnung, beispielsweise so weit, um die Fussspitze bei gestrecktem Unterschenkel nach vorn zurückzuführen, wenn sie sich zur Zeit der Contraction des Muskels nach aussen gedreht befand.

XVII. Die Kraft dieser Drehung durch den Tensor fasciae latae ist nur schwach, sie kommt jedoch derjenigen der Rollung im entgegengesetzten Sinne gleich, die von seinem Genossen in der Beugung des Oberschenkels, dem Ileopsoas, bewirkt wird (s. 335).

Dieses Gleichgewicht zwischen den in entgegengesetztem Sinne drehenden Kräften dieser beiden Muskeln erlaubt ihnen sich synergisch zusammenzuziehen, um das Glied gerade von hinten nach

vorn schwingen zu lassen, wie man es im zweiten Zeitabschnitte des Ganges beobachtet.

XVIII. Diese Schwingung der unteren Extremität gerade nach vorn hätte nicht etwa eben so gut durch die combinirte Contraction des Ileopsoas und der vorderen Portion des Glutaeus medius und minimus, (die eine kräftige Rollung des Oberschenkels nach innen hervorbringt,) bewirkt werden können, weil diese Muskelportion gleichzeitig die Abziehung bewirkt.

Die klinische Beobachtung beweist übrigens, dass beim Gehen eine solche synergische Contraction sich nicht instinctmässig vollzieht, dass sie mit anderen Worten nur durch eine Willensanstrengung stattfinden kann (s. 339).

XIX. Die klinische Beobachtung beweist, dass die Muskeln, die die Beugung des Oberschenkels gegen das Becken bewirken, zum Vorschreiten nothwendig sind, dass also gegen die Meinung der Gebr. Weber (in Leipzig) die physikalische Kraft, vermittels deren die untere Extremität im zweiten Zeitabschnitte des Ganges von hinten nach vorn schwingt, unzureichend ist (s. 342 und 344).

D. Adductions-Bewegungen.

XX. Der Pectinaeus ertheilt dem Oberschenkel eine Bewegung, die schief genug nach vorn und innen gerichtet ist, um ihn zur Kreuzung mit der anderen Seite zu bringen. Der Muskel ist zugleich Beuger und Anzieher des Oberschenkels (s. 345 und 346).

XXI. Der Adductor brevis und longus bringen ebenfalls den Oberschenkel nach innen und vorn, aber sie sind mehr Anzieher als Beuger und können folglich nicht den Oberschenkel zur Kreuzung über den der andern Seite bringen.

Der Adductor magnus zieht den Oberschenkel gerade nach innen, er ist ein directer Anzieher des Oberschenkels (s. 347).

XXII. Alle Anzieher des Oberschenkels sind gleichzeitig Roller desselben nach aussen mit Ausnahme des unteren Abschnittes des Adductor magnus, der die Rollung nach innen so weit bewirkt, um die Fussspitze nach vorn zurückzuführen, wenn sie die anderen Bündel der als Anzieher wirkenden Muskeln bei gestrecktem Unterschenkel in die Rollung nach aussen versetzt hatten. Der untere Abschnitt des Adductor magnus ermöglicht beispielsweise den Bereitern, das Pferd zwischen die Schenkel zu drücken, ohne mit dem Absatze den Bauch zu berühren (s. 348).

XXIII. In Folge der Atrophie des unteren Abschnittes des Adductor magnus wird die Fussspitze etwas weiter nach aussen gedreht, wenn die untere Extremität in der Ruhe senkrecht herabhängt (s. 351).

In Folge Verlustes der anziehenden Muskeln schwingt die untere Extremität im zweiten Zeitabschnitte des Ganges etwas schief nach aussen (s. 352). Diese klinischen Thatsachen erweisen die grosse Nützlichkeit der Adductoren.

Zweites Capitel.

Einzelwirkung und Verrichtungen der Muskeln, die den Unterschenkel gegen den Oberschenkel bewegen.

Erster Artikel.

Muskeln, die den Unterschenkel gegen den Oberschenkel strecken.

Die Muskeln, die den Unterschenkel gegen den Oberschenkel strecken, sind: der Rectus femoris, der Vastus internus und der Vastus externus. Diese drei Muskeln oder Muskelportionen sind von Cruveilhier unter dem Namen des Triceps femoris vereinigt worden.*)

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

1) Wenn das Individuum mit senkrecht herabhängenden Unterschenkeln sitzt, ohne dass der Fuss den Boden berührt, und man hinter einander den Rectus femoris, den Vastus internus und externus energisch faradisirt, so constatirt man, dass jeder von ihnen die Streckung des Unterschenkels gegen den Oberschenkel bewirkt und die Kniescheibe, der erste gerade nach oben, der zweite schief nach innen und oben, der dritte schief nach aussen und oben mit sich zieht.

2) Wenn man die drei Portionen des Triceps femoris gleichzeitig zur Contraction bringt, so geschieht die Streckung des Beines mit grosser Kraft.

*) Cruveilhier rechnet den M. cruralis der deutschen Autoren zum Vastus internus. D. Uebers.

3) Sitzt das Individuum auf einem Tischrande, so dass die eine seiner Unterextremitäten senkrecht und in Muskelruhe durch ihr eigenes Gewicht herabfällt und den Boden nicht berührt, und veranlasst man nun eine kräftige isolirte Contraction des Rectus femoris, so wird die Kniescheibe stark nach oben gezogen, sie spannt das Ligamentum patellae und hält den Unterschenkel gestreckt; darauf schwingt die untere Extremität sehr schwach nach vorn. Hält man den Unterschenkel des Individuums gebeugt und leistet seiner Streckung Widerstand, zur Zeit, wo man den Rectus femoris mit einem gleich starken Strome, wie in dem vorhergehenden Experimente, faradisirt, so constatirt man, dass die Beugung des Oberschenkels gegen das Becken mit grösserer Kraft geschieht.

B. Betrachtungen.

354. Es ist interessant, die seitliche Wirkung, welche der Vastus externus und internus auf die Kniescheibe ausüben, beim Experiment zn beobachten. Um sie gut zu studiren, müssen diese Muskelportionen in die möglichst stärkste Verkürzung versetzt werden, d. h. der Unterschenkel muss gegen den Oberschenkel gestreckt sein.

Dabei sieht man, dass unter dem Einflusse der elektrischen Reizung durch den Vastus externus die Kniescheibe mit solcher Kraft nach aussen und oben gezogen wird, dass man unter gewissen Umständen, wenn ein starker Strom plötzlich auf diesen Muskelbauch gerichtet wird, die Luxation oder Subluxation der Kniescheibe nach aussen hervorrufen kann, — ich habe diese Wirkung einmal bei einem frisch gestorbenen Individuum, dessen Erregbarkeit noch unversehrt war, erhalten.

Es ist mir unmöglich gewesen, durch Faradisation des Vastus internus die Luxation der Kniescheibe nach innen hervorzurufen.

355. Diese vorherrschende seitliche Wirkung, die der Vastus externus auf die Kniescheibe übt, muss zweifellos ihren functionellen Nutzen haben; jedoch muss ich gestehen, dass ich bis auf diesen Augenblick nur die Unzuträglichkeiten oder Gefahren derselben kenne; denn sie schafft eine Disposition für die seitliche Luxation der Kniescheibe nach aussen, die unter gewissen Umständen, die ich kennen lehren werde, bei der plötzlichen Streckung des Beines eintreten kann.

Als veranlassende Ursache dieser Verrenkung der Kniescheibe hat man auch der Richtung der Sehne des Triceps femoris im Ver-

gleich zu der des Ligamentum patellae eine Bedeutung zugeschrieben. „Die Sehne des Triceps femoris", sagt Cruveilhier,*) „ist etwas nach unten und innen gerichtet, und das Ligamentum patellae nach unten und etwas nach aussen, so dass die Sehne und das Ligament einen äusserst stumpfen einspringenden Winkel, der nach aussen geöffnet ist, bilden; dieser Umstand, der zu dem Uebergewicht des Vastus externus über den Vastus internus noch hinzukommt, erklärt die Häufigkeit der Verrenkung der Kniescheibe nach aussen und die Unmöglichkeit einer solchen Verrenkung nach innen."

Die klinische Beobachtung wird bald beweisen (s. 363), dass die Verrenkung der Kniescheibe nach aussen hauptsächlich durch die relative Schwäche, die Lähmung oder Atrophie des Vastus internus verursacht wird.

356. Die vorstehenden Ueberlegungen lassen verstehen, dass es gefährlich wäre, wenn sich der Vastus externus unter dem Einflusse des Willens isolirt contrahiren könnte. Es war eine Nothwendigkeit, dass dieser Muskel in seiner seitlichen Wirkung immer durch den Vastus internus, seinen Antagonisten für die seitliche Bewegung der Kniescheibe und seinen Genossen für die Streckung dieses Knochens, eingeschränkt wurde.

Die Benennung Vastus externus und internus ist insofern unpassend, als sie sie als zwei Muskeln gelten lässt, die von einander unabhängig sind oder unter Umständen isolirt wirken könnten. Die beiden Muskelportionen sind aber in ihrer physiologischen Thätigkeit unzertrennlich, sie bilden einen einzigen Muskel, den man Biceps femoris extensorius nennen könnte.

357. Der Rectus femoris kann den Unterschenkel nicht strecken, ohne eine Beugewirkung des Oberschenkels gegen das Becken und umgekehrt auszuüben.

Seine Kraft als Unterschenkelstrecker nimmt in geradem Verhältniss zu dem Masse dieser Beugung ab; sie wird z. B. in sitzender Stellung beträchtlich abgeschwächt. Er entfaltet dagegen seine volle Kraft zur Zeit der Streckung des Oberschenkels.

Diese Merkmale unterscheiden den Rectus femoris wesentlich von den mit den Namen Vastus externus und Vastus internus bezeichneten Muskelportionen, da diese die Streckung des Unterschenkels immer mit derselben Kraft bewirken, welches auch die

*) Traité d'anatomie descriptive. 4e édition. t. I. p. 740.

Stellung der Unterextremität sei, und zwar unabhängig von jeder anderen Bewegung.

358. Wenn der Rectus femoris, anstatt sich oben an der Spina ilei anterior inferior zu befestigen, sich an dem oberen und vorderen Theile des Oberschenkelknochens angeheftet hätte, so hätte dieser Muskel selbstständig die Streckung des Unterschenkels bewirken können wie der Vastus externus und internus und mit derselben Kraft, welche Stellung der Oberschenkel auch einnehmen mochte. Eine solche anatomische Anordnung hätte unbestreitbare Vortheile gehabt, ich werde aber beweisen, dass es nützlicher war, dass seine obere Anheftung an der Spina ilei anterior inferior geschah.

Ich habe nachgeforscht, unter welchen Umständen diese anatomische Anordnung nützlicher ist, und will einige Beispiele davon anführen.

359. Beim Gehen streckt sich zur Zeit, wo eine der unteren Gliedmassen nach vorn schwingt, die der entgegengesetzten Seite, deren Unter- und Oberschenkel sich etwas gegeneinander geneigt befinden, so weit bis sie den Boden verlässt und dann ihrerseits schwingt. Die Muskeln, die diese Streckung bewerkstelligen, contrahiren sich mit um so grösserer Energie, als das Glied das Körpergewicht tragen und dem Körper einen Antrieb zur Vorwärtsbewegung ertheilen muss. Die Streckung des Unterschenkels wird dabei durch den Triceps femoris besorgt. Da nun die Streckung des Beckens im selben Augenblicke geschieht, so wird der Rectus femoris, der schon contrahirt war, mit grösserer Kraft verlängert, was die Kraft der Streckung, die er auf den Unterschenkel übt, vermehrt.

Die Strecker des Oberschenkels gegen das Becken tragen also indirect zur Streckung des Unterschenkels gegen den Oberschenkel bei und verstärken so die Kraft dieser Bewegung. — In der Folge werde ich beweisen, wenn ich die Bewegungen des Fusses gegen den Unterschenkel abhandele, dass durch einen ähnlichen Kunstgriff die Strecker des Oberschenkels gegen den Unterschenkel die Kraft des Gastrocnemius für die Streckung des Fusses verstärken. Diese Solidarität der Muskeln, die die Streckung des Oberschenkels, des Unterschenkels und des Fusses bedingen, ist eine der glücklichsten Einrichtungen, um die Kraft dieser Bewegungen beim Laufen, Springen, Tanzen u. dergl. zu verstärken.

360. Dank seiner Anheftung an die Spina anterior inferior hat der Rectus femoris noch den Nutzen eines activen Ligamentes der

Articulatio coxo-femoralis, besonders wenn die Streckung des Oberschenkels gegen das Becken plötzlich und kraftvoll geschieht. Die Strecker des Oberschenkels nämlich, die sich am Trochanter major anheften, ziehen den Kopf des Oberschenkelknochens schief nach hinten und oben und um so mehr nach hinten, je stärker die Beugung des Oberschenkels ist, wenn sie in Contraction gerathen. Diese schiefe Wirkung nach hinten und oben, die die Strecker auf den Kopf des Oberschenkelknochens üben, wäre nicht ohne Gefahr gewesen, sobald, beispielsweise beim Springen, die Streckung des Oberschenkels plötzlich und gewaltsam geschieht, wenn sie nicht gemässigt oder neutralisirt worden wäre von einem derjenigen Muskeln, die dann in Contraction treten. Unter den Muskeln nun, die den Unterschenkel strecken, während die Strecker des Oberschenkels gleichzeitig in Thätigkeit treten, um den Sprung zu bewirken, zieht der Rectus femoris in Folge seiner Anheftung an die Spina anterior inferior das obere Ende des Oberschenkelknochens nach vorn und oben. Daraus ergiebt sich also, dass während der Contraction der Muskeln, die gleichzeitig die Streckung des Oberschenkels und des Unterschenkels bewirken, der Kopf des Oberschenkelknochens fest in der Gelenkhöhle erhalten wird.

361. Es bleibt noch zu untersuchen, unter welchen Umständen der Rectus femoris berufen ist, die Beugung des Oberschenkels gegen das Becken auszuüben, und in wie weit diese Thätigkeit einen Nutzen hat.

Zunächst fragt es sich, wirkt dieser Muskel bei der Schwingung von hinten nach vorn im zweiten Zeitabschnitt des Ganges mit? Ich habe soeben bewiesen, dass er sich beim Gehen contrahirt, so lange die Streckung des Beines dauert; sollte er ausserdem noch zur Schwingung der Unterextremität von hinten nach vorn beitragen, so müsste also der Muskel in der ganzen Zeit des Ganges in demselben Grade der Contraction verharren, was man nicht annehmen kann. — Uebrigens wird uns die klinische Beobachtung bald belehren, dass er dieser Schwingung der Unterextremität fremd bleibt. (s. 365.)

362. Es giebt jedoch Umstände, unter denen der Rectus femoris mit Nutzen bei der Beugung des Oberschenkels mitwirken kann, so, n bei Flexionsstellung des Unterschenkels — wodurch der kel in einen genügenden Grad der Verlängerung versetzt wird ler Oberschenkel mit Kraft gegen das Becken oder dieses gegen Oberschenkel gebeugt werden soll, wie z. B. wenn man in tzender Stellung einen gewichtign Körper, der auf dem Oberschenkel

aufruht, erheben oder wenn man dabei den eigenen, ohne Stütze zurückgelehnten Körper nach vorn zurückhalten will.

§ II. Pathologische Physiologie.

Nichts ist so häufig, wie die Atrophie des Rectus femoris, des Vastus internus und des Vastus externus bei gewissen Kinderlähmungen, sei es partiell, sei es in Totalität. Ich habe demnach die Gelegenheit gehabt, die Functionsstörungen, die daraus resultiren aus dem Gesichtspunkte der Verrichtung oder der Nützlichkeit der Muskeln oder Muskelportionen zu beobachten. Das Ergebniss dieser Beobachtungen will ich in diesem Paragraphen kennen lehren.

363. Ich wurde von einem Individuum wegen einiger Störungen consultirt, die er bei den Bewegungen der einen Unterextremität empfand, und besonders wegen einer Verrenkung der Kniescheibe nach aussen, die ihn oft beim Gehen, Laufen oder Springen überraschte. Diese Verrenkung verursachte ihm einen ziemlich lebhaften Schmerz, der ihn zwang, so lange still zu stehen, bis sie zurückgebracht wurde. Durch die elektrische Untersuchung stellte ich fest, dass sein Vastus internus eben so wie sein Rectus femoris gänzlich atrophisch war. Sein Vastus externus im Gegentheil war genügend entwickelt um die willkürliche Streckung des Unterschenkels mit einer Kraft von 15 Kg. zu bewirken. Dabei wurde seine Kniescheibe, während ihrer Erhebung, so nach aussen gezogen, dass sie von dem Schicksal bedroht schien, aus der Rolle, die von den beiden Condylen gebildet wird, herauszutreten; wenn er ferner den Unterschenkel lebhaft und plötzlich streckte, so glitt die Kniescheibe noch weiter seitwärts auf den Condylus externus und stand auf dem Punkte, sich zu verrenken. Um sie zurückzuführen, genügte es, ihm den Unterschenkel mechanisch stark zu strecken und, nachdem man seine Muskeln zur Erschlaffung gebracht hatte, auf seine Kniescheibe etwas von aussen nach innen zu drücken. Auf diese Weise verfuhr er übrigens selbst, wenn ihm beim raschen Gehen ein solcher Unfall passirte. Er war dann gezwungen stehen zu bleiben; wenn er dann aufhörte die Streckmuskeln des Unterschenkels zu contrahiren und sich mit dem Absatze stark gegen den Boden stemmte, so dass er auf mechanischem Wege eine starke Streckung des Kniegelenkes hervorbrachte, so führte er einen kleinen Schlag mit der Hand gegen die äussere Seite seiner Kniescheibe, und dieselbe nahm unmittelbar ihre normale Stellung wieder ein.

— Der Kranke war im Alter von einem Jahre von einer atrophischen Lähmung betroffen worden, die ihm den Vastus internus und Rectus femoris zerstört und einige den Fuss bewegende Muskeln in verschiedenem Grade lädirt hatte. Da die Streckung seines Unterschenkels nun nur noch durch den Vastus externus bewerkstelligt wurde, so wurde seine Kniescheibe schief nach oben und aussen gezogen und hatte sich dem Condylus externus angelehnt und kräftig gegen ihn gerieben; dieser war mit der Länge der Zeit merklich atrophirt, so dass die Kniescheibe die Tendenz besass, sich bei der einfachen Streckung des Unterschenkels nach aussen zu subluxiren. Wenn seine untere Extremität auf einer horizontalen Unterlage aufruhte und der Unterschenkel in Streckung war, so konnte ich sogar seine Kniescheibe dadurch luxiren, dass ich von innen nach aussen kräftig gegen ihren inneren Rand drückte.

Ist die Vermuthung erlaubt, dass die Luxationen der Kniescheibe nach aussen, die in der Litteratur existiren, und die spontan und ohne äussere Gewalt eintraten, vielleicht durch eine analoge Ursache bedingt waren, wie die, welche ich so eben zur Kenntniss gebracht habe, oder in derselben Weise durch ein zu grosses Uebergewicht in der Thätigkeit des Vastus externus zu erklären gewesen wären? Ich habe nämlich seit mehreren Jahren Kinder beobachtet, bei denen der Vastus internus grösstentheils atrophisch war, während der Vastus externus wenig gelitten hatte. In diesen Fällen habe ich nun bemerkt, dass sich die Kniescheibe bei der willkürlichen Streckung des Unterschenkels während ihrer Erhebung nach aussen begab; schon war die vordere Fläche des Condylus externus femoris etwas atrophisch; endlich schien die Kniescheibe in der Muskelruhe mehr nach aussen gelagert, als im Normalzustande. Es ist richtig, dass die Verrenkung noch nicht stattfand, wie in dem oben erwähnten Falle; aber man kann voraussehen, dass in einem gegebenen Zeitpunkte dieser Unfall wahrscheinlich eintreten wird, wenn nicht die Kniescheibe durch einen angemessenen Verband fest in ihrer Lage erhalten wird.

364. Häufiger habe ich die isolirte Wirkung des Vastus internus in Folge von Atrophie des Vastus externus beobachtet. Die Kniescheibe bewegt sich dann weniger seitwärts als im vorhergehenden [illegible] und dies stimmt wieder mit dem elektrophysiologischen Ver[illegible]erein. Und dann hat es mir geschienen, als ob hier durch [illegible]tus internus die Streckung energischer ausgeführt wurde, [illegible]ie Thätigkeit dieses Muskels sich mehr in senkrechter Rich[illegible]eltend machte. Nichts desto weniger wird in Folge von Atrophie

des Vastus externus die Vorderfläche des Condylus internus, da sie stärker gedrückt wird als die des Condylus externus, mit Länge der Zeit atrophisch; niemals habe ich dabei eine spontane Luxation eintreten sehen; endlich konnte ich sie auch durch Faradisation des Vastus internus nicht bewerkstelligen.

365. Die oben entwickelten Thatsachen (s. 362 und 363) beweisen, dass die beiden Vastus internus und externus genannten Muskeln einen einzigen constituiren, dass sie unter physiologischen Verhältnissen bestimmt sind, sich zusammen zu contrahiren, um eine Resultante zu erzeugen, die von unten nach oben auf die Kniescheibe wirkt; dass ihre isolirte Contraction nur Unzuträglichkeiten haben würde, indem sie ihre Kraft für die Streckung des Unterschenkels vermindert und mit Länge der Zeit die Vorderfläche des entsprechenden Condylus verbildet; dass übrigens ihre seitliche Wirkung keine Vortheile hat, denn ich habe in keinem dieser Fälle gesehen, dass durch die isolirte Contraction der einen oder anderen Muskelportion, wie energisch sie auch sein mochte, die Tibia sich um ihre Längsaxe gedreht hätte.

366. Nimmt der Rectus femoris an der Beugebewegung des Oberschenkels Theil, vermittelst deren die Unterextremität beim Gehen von hinten nach vorn schwingt? Folgendes ist abgekürzt und nur unter dem Gesichtspunkte, der uns beschäftigt, mitgetheilt, die Erzählung einer Thatsache, die zur Lösung dieser Frage beitragen kann.

Eine Dame war seit ungefähr sechs Monaten mit einer vollständigen linksseitigen Hemiplegie der Bewegung und des Gefühls behaftet. Nur die Faradisation der Muskeln und der Haut hatte die Motilität und Sensibilität in der gelähmten Seite wiederherstellen können. (Dieser therapeutische Erfolg hatte die Eigenthümlichkeit geboten, dass jeder Muskel und jeder Punkt der Haut durch die besondere oder locale Faradisation derselben seine Functionen wieder erlangt hatte, ohne dass dadurch der paralytische Zustand der benachbarten Muskel- oder Hautpartieen modificirt wurde. Um diese Functionen zurückzurufen hatte ich deshalb die Faradisation während ziemlich langer Zeit auf jeden einzelnen dieser Muskeln oder jede dieser Hautpartien localisiren müssen, so dass die Behandlung, da die Dauer der Sitzungen beschränkt werden musste, unvermeidlich sehr lange Zeit in Anspruch genommen hatte). Alle gelähmten Muskeln hatten ihre Bewegung wieder erlangt mit Ausnahme des Ileopsoas und des Tensor fasciae latae, weil besondere Gründe mir nicht gestatteten, die elektrische Reizung in dieser Gegend vorzunehmen. Die Bewegungen des Fusses

gegen den Unterschenkel, dieses gegen den Oberschenkel und die Streckung des Oberschenkels gegen das Becken wurden mit hinreichender Kraft ausgeführt. Ich constatirte, dass bei der willkürlichen Beugung des Oberschenkels der Rectus femoris sich stark zusammenzog, und trotzdem blieb die Kranke auf ihrer rechten Unterextremität ruhend stehen und konnte ihrer linken Unterextremität, die wie auf den Boden genagelt blieb, keine Bewegung nach vorn ertheilen. Erst nachdem ich den Ileopsoas, den Tensor fasciae latae und den Sartorius hinreichend faradisirt hatte, konnte die schwingende Bewegung nach vorn sich vollziehen und wurde es der Kranken möglich, nicht nur ihr linkes Bein so weit nach vorn zu bringen, dass sie gehen konnte, sondern auch den Oberschenkel genügend gegen das Becken zu beugen, um die Stufen einer Treppe zu ersteigen.

Durch diese klinische Thatsache wird festgestellt, dass der Rectus femoris der schwingenden Bewegung von hinten nach vorn im zweiten Zeitabschnitte des Ganges fremd bleibt, obgleich er unter gewissen Umständen im Stande ist, den Oberschenkel gegen das Becken zu beugen.

367. Beim aufrechten Stehen mit gespannten Kniekehlen sind die Strecker des Unterschenkels gegen den Oberschenkel unthätig, wie dies durch ihre Erschlaffung und die äusserste Beweglichkeit der Kniescheibe bewiesen wird. Noch besser wird diese Thatsache durch die klinische Beobachtung bewiesen.

Die Individuen nämlich, deren Triceps femoris gänzlich zerstört ist, (was unglücklicher Weise in Folge von atrophischer Kinderlähmung ziemlich häufig vorkommt,) können sich auf dem Beine der gelähmten Seite noch fest aufrecht erhalten. Die Axe des Oberschenkelknochens bildet dabei, wie im Normalzustande, mit der des Unterschenkels in der Kniegegend einen nach vorn offenen Winkel, und man begreift, dass auf diese Weise die Streckung der beiden Segmente dieser Extremität geschehen und unterhalten werden kann, ohne die Intervention der Streckmuskeln des Unterschenkels gegen den Oberschenkel. Das Individuum ist sogar trotz des Verlustes seines Triceps femoris im Stande, ohne Stütze, ohne Stock oder ohne einen fremden Arm während der Schwingung der anderen Gliedmasse zu gehen, aber man begreift, dass es häufig dem Einfallen ausgesetzt ist.

Es ist interessant, den Kunstgriff kennen zu lernen, dessen sich beim Gehen der Kranke bedient, welcher den Triceps femoris an einer seiner Gliedmassen verloren hat. Unter den gewöhnlichen

Bedingungen des Ganges wird der Oberschenkel gegen das Becken geneigt, während die untere Extremität nach vorn schwingt, und da der Unterschenkel sich zur Zeit, wo der Absatz dem Boden aufruht, ebenfalls gegen den Oberschenkel gebeugt findet, so ist die ganze Kraft des Triceps femoris erforderlich, um den Oberschenkel gegen den Unterschenkel zu strecken und das Gewicht des Körpers zu ertragen. Wenn dabei der Triceps femoris in Wegfall kommt, so ist ein Sturz unvermeidlich, und dies lernt das Individuum, das seinen Triceps femoris verloren hat, sehr rasch. In diesem Falle vermeidet es beim Gehen, seinen Oberschenkel so weit nach vorn zu schwingen, dass der Unterschenkel durch seine eigene Schwere gegen denselben geneigt wird, es bewegt vielmehr seine Unterextremität so, dass ihre beiden Segmente (Oberschenkel und Unterschenkel) sich immer gegen einander in Streckung befinden und so eine Art von starrer Stütze bilden, die im Stande ist, das Gewicht des Körpers zu tragen. Da aber das Bein seine Schwingung von hinten nach vorn nur zur Hälfte vollendet hat, so ist der Schritt zu kurz. Zu dem Zwecke, ihn ein wenig zu verlängern, bewegt dann das Individuum die entsprechende Seite des Beckens nach vorn, vermittelst einer Torsionsbewegung, die es dem Rumpfe ertheilt.

Aus dem Vorstehenden soll nicht etwa geschlossen werden, dass, wie man es lehrt, keinerlei Muskelthätigkeit zur Festigkeit des Kniegelenkes beim aufrechten Stehen auf den Füssen beiträgt. Die klinische Beobachtung wird bald das Gegentheil beweisen.

368. Das aufrechte Stehen ohne Zwischenkunft der Streckmuskeln des Unterschenkels gegen den Oberschenkel hört auf möglich zu sein, sobald die Axe des Oberschenkels mit derjenigen des Unterschenkels in der Kniegegend einen nach vorn geschlossenen, anstatt eines nach vorn geöffneten Winkels bildet.

Obwohl dies nicht erst bewiesen zu werden braucht, so giebt doch das Folgende den klinischen Beweis dafür ab. In Folge von Atrophie der Streckmuskeln des Unterschenkels gegen den Oberschenkel verkürzen sich die gesunden antagonistischen Muskeln im Verlauf der Zeit in zunehmender Weise, besonders während der Nacht, wo das Bein, wie es gewöhnlich der Fall ist, in einer continuirlichen Beugung verharrt*). Dann macht der geringste Grad von Beugung des Unterschenkels gegen den Oberschenkel in Folge

*) Man verhindert diese Verkürzung, die oft die Tenotomie erforderlich macht, indem man den Unterschenkel während des Schlafes gestreckt hält.

der Verkürzung der Unterschenkelbeuger das aufrechte Stehen auf dem kranken Beine unmöglich.

369. Um den grossen Nutzen der Streckmuskeln des Unterschenkels gut zu begreifen, muss man Zeuge der Functionsstörungen gewesen sein, die durch ihre Atrophie verursacht werden.

Ich habe Kranke gesehen, bei denen die Kraft der Streckung des Unterschenkels nur etwas abgeschwächt war. Wenn der Gang langsam war und der Schritt nicht zu lang genommen wurde, so kam dies gar nicht zum Vorschein; wollten sie aber rasch gehen, so liessen sie das befallene Bein nicht vollständig von hinten nach vorn schwingen, so dass das Bein immer in Streckung blieb. Wenn sie sich vergassen und die Schwingung dieses Beines so weit ging, dass sie die geringste Beugung bewirkte, so stürzten sie hin. Noch vorsichtiger mussten sie sein, wenn sie auf einer aufsteigenden Ebene gehen oder eine Treppe hinauf steigen wollten. Diese Störungen sind begreiflicher Weise noch weit beträchtlicher, wenn die Streckung des Unterschenkels auf beiden Seiten abgeschwächt ist.

Die Kinder fürchten sich so sehr vor dem Falle, dass sie instinctiv ihre Hände auf die Kniee legen, um der Streckung des Unterschenkels beim Stehen und Gehen grössere Festigkeit zu verleihen, und dabei sind sie genöthigt, den Rumpf gegen den Oberschenkel zu neigen. Diese Haltung verbildet ausserdem, dass sie sehr unbequem ist, auch noch die Wirbelsäule. Um diese grossen Störungen zu vermeiden, muss man sie Stützapparate mit elastischen Kräften tragen lassen, die der Streckbewegung zu Hülfe kommen. Wenn die Streckmuskeln des Unterschenkels gänzlich zerstört sind, so sind auch diese Apparate mit elastischen Kräften unzureichend. Der Unterschenkel muss dann in beständiger Streckung erhalten werden, was die Unregelmässigkeit des Ganges auffallend erschwert.

Alles in Allem beweist die klinische Beobachtung, wie sehr die Strecker des Unterschenkels gegen den Oberschenkel für das Gehen und Vorschreiten nothwendig sind.

370. Die meisten Anatomen (Winslow, Albinus, Sabatier, Sömmering, Boyer, Bichat) lassen den Vastus internus und den Vastus externus unten durch eine Art von Aponeurose nicht allein zur Seite der Sehne des Rectus femoris, der Patella und ihres Ligamentes endigen, sondern auch an den oberen Partieen der Innen- und Aussenfläche der Tibia. Das Folgende ist auszugsweise eine klinische Beobachtung, die die wichtige Rolle zeigt, welche diesen Schienbein-Anheftungen, des Vastus internus und externus bei den

Streckbewegungen des Unterschenkels gegen den Oberschenkel zukommt.

Ich hatte Gelegenheit, einen ungefähr 48jährigen Mann zu beobachten, bei dem in Folge einer äusseren Gewalt (deren ich mich in ihren Einzelheiten nicht mehr erinnere), seit ungefähr 15 Jahren die rechte Kniescheibe während der Muskelruhe ungefähr im Niveau der Vereinigung der beiden oberen Drittel des Oberschenkels mit seinem unteren Drittel gelegen war. Wenn er eine Anstrengung machte, seinen Unterschenkel gegen den Oberschenkel zu strecken, so ertheilte er ihm eine Streckbewegung, deren Kraft fast bis auf 3 Kg. ging. Sicher war diese Bewegung nicht der Thätigkeit der Patellarsehne auf die Tibia zu verdanken, denn bei der Contraction des Triceps femoris fühlte man alle seine Portionen in enormer Weise anschwellen und hart werden und die Kniescheibe noch um 3—4 cm. in die Höhe steigen. Diese war übrigens von der Tibia gänzlich losgelöst. Die Streckbewegung des Unterschenkels wurde vielmehr sichtlich von den fibrösen Endigungen des Vastus internus und Vastus externus an den oberen seitlichen Rändern der Tibia besorgt; man fühlte diese Endigungen bei den Bemühungen des Individuums, seinen Unterschenkel zu strecken, hart werden, während die Gewebe, die unterhalb der Kniescheibe liegen, weich und schlaff blieben.

Auch der folgende Versuch beweist mir übrigens, dass die Streckung des Unterschenkels in diesem Falle durch die Anheftung des Vastus externus und internus an das Schienbein bewirkt wird. Mit einem Inductionsstrome liessen sich diese Muskelportionen abwechselnd oder zusammen zur Contraction bringen, und man sah dann, dass ihre fibrösen Ausbreitungen sich anspannten und die Streckung des Unterschenkels auslösten, während die Reizung des Rectus femoris nur die Kniescheibe nach oben verzog.

Die Streckbewegung des Unterschenkels, die das Individuum, von dem so eben die Rede war, mit Hülfe dieser Schienbeinendigungen des Vastus externus und internus erhielt, war ihm von einigem Nutzen. Wenn es nämlich auf einer horizontalen Ebene ging, empfand es weder eine Störung, noch hinkte es; die Streckung seines Unterschenkels geschah dann ziemlich gut. Aber es konnte mit diesem Unterschenkel keine Stufe einer Treppe steigen und auch nicht einen Schritt nach vorwärts auf einer ansteigenden Ebene machen, da die Streckkraft der Schienbein-Anheftungen seines Triceps femoris nicht gross genug war, um das Körpergewicht zu tragen.

Die klinische Beobachtung, die ich so eben mitgetheilt habe, zeigt, dass der Vastus externus und internus auch mit Hülfe ihrer

fibrösen Anheftungen an die Tibia zur Streckbewegung des Unterschenkels gegen den Oberschenkel beitragen, und dass diese fibrösen Ausbreitungen nicht nur die Bestimmung haben, wie Sabatier*) behauptete: „die Kniescheibe zu fixiren und sie zu verhindern, sich nach innen oder aussen zu begeben und ihre Lage mit Leichtigkeit zu verändern".

371. Was soll ich nun von der speciellen Function sagen, die von Winslow einigen Fleischfasern**) zuertheilt wird, die sich unten von dem Muskel abheben und sich unmittelbar an das Kapselband des Kniegelenkes befestigen, die nach diesem berühmten Anatomen die Bestimmung haben sollen, die Einklemmung der Gelenkkapsel zur Zeit, wo die Kniescheibe sich gegen die Gelenkfläche am Femur andrückt, zu verhindern. — Da er analoge kleine Muskelbündel in der Nähe der Schulter, des Ellenbogengelenkes und des Caput femoris angetroffen hatte, so hat er daraus eine besondere Art von Muskeln gemacht, die er Gelenkmuskeln nannte, und die bestimmt sein sollen die Einklemmung der Synovialis bei gewissen Bewegungen zu verhüten***).

Der Nutzen dieser vermeintlichen Gelenkmuskeln, zugegeben dass sie die von Winslow ihnen zugeschriebene Function ausüben, scheint mir nicht erwiesen. So habe ich bei Individuen, deren Vastus externus und internus atrophirt waren, und die noch mit Hülfe des unversehrten Rectus femoris den Unterschenkel strecken konnten, nicht bemerkt, dass die Synovialis ihres Kniegelenkes durch den Verlust des Gelenkmuskels, welcher vom Vastus externus entsteht, bei den Streckbewegungen des Unterschenkels zur Einklemmung mehr disponirt gewesen wäre. Wenigstens empfanden diese Kranken keinen Schmerz, keine Empfindung, keine Unbequemlichkeit, die dieses Ereigniss verriethen.

Ebenso hat es sich bei den anderen sogenannten Gelenkmuskeln der anderen Gelenke verhalten und besonders beim Schulterblatt-Oberarmgelenk.

---

*) Traité complet d'anatomie. Paris 1774. pg. 368.

**) M. subcruralis der deutschen Autoren.

***) S. Traité des muscles. No. 455 und 1096.

Zweiter Artikel.

Muskeln, die den Unterschenkel gegen den Oberschenkel beugen.

Die Muskeln, die die Beugung des Unterschenkels gegen den Oberschenkel bewirken, besorgen ausserdem, wie die elektromuskuläre Versuchsreihe beweist, noch andere Gelenkbewegungen, kraft deren sie unter verschiedenen Umständen zu functioniren bestimmt sind. Wenn man sie unter diesem letzteren Gesichtspunkte betrachtet, so kann man sie eintheilen: 1) in Beuger des Unterschenkels und des Oberschenkels: den Sartorius, 2) in Beuger des Unterschenkels und Anzieher des Oberschenkels: den Gracilis, 3) in Beuger des Unterschenkels und Strecker des Oberschenkels oder des Beckens: den Semitendinosus und die lange Portion des Biceps femoris, 4) in Beuger und zugleich Rollmuskeln des Unterschenkels: die kurze Portion des Biceps und den Poplitaeus. In derselben Reihenfolge werde ich die physiologische Studie anstellen und den Semimembranosus mit in dieselbe hineinziehen.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

Wenn man die Wirkung der Beugemuskeln des Unterschenkels studiren will, so muss eben so wie bei allen elektromuskulären Versuchen, die sich auf die Bewegungen des Oberschenkels gegen das Becken und die Streckung des Unterschenkels gegen den Oberschenkel beziehen, die untere Gliedmasse, ihrem eigenen Gewichte überlassen, senkrecht herabfallen ohne den Boden zu berühren, um in vollkommener Freiheit die Bewegungen, die ihr künstlich ertheilt werden, in ihren verschiedenen Segmenten auszuführen. Die verschiedenen Bewegungen, die man unter diesen Bedingungen unter dem Einfluss der Einzelfaradisation der Beuger des Unterschenkels gegen den Oberschenkel constatirt, sind folgende:

I. Sobald der Sartorius beginnt sich zu contrahiren, so zeichnet sich sein schief von aussen und oben nach innen und unten verlaufender Umriss unter der Haut ab, nnd indem er sich anspannt, verzieht er die Gewebe (Haut und Muskeln), die einwärts und hinter ihm liegen, nach vorn.

Bei einem stärkeren Grade der Reizung wird der Unterschenkel ausserdem gegen den Oberschenkel und dieser gegen das Becken gebeugt. Erst im höchsten Grade seiner Contraction rollt der Oberschenkel von innen nach aussen, und auch dann ist diese Bewegung noch beschränkt und geschieht ohne Kraft.

Diese Rollung des Oberschenkels wird durch keine merkliche Abductionsbewegung complicirt.

II. Unter dem Einflusse der Faradisation des Gracilis wird

1) die Unterextremität kräftig in Anziehung versetzt,

2) der Unterschenkel gegen den Oberschenkel gebeugt,

3) wenn sich während dieser Beugung der Unterschenkel nach aussen gerollt befand, so wird er in die Rollung nach innen zurückgeführt.

III. Der Semitendinosus bewirkt gleichzeitig die Beugung des Unterschenkels gegen den Oberschenkel, die Streckung des Oberschenkels gegen das Becken und die Rollung der Unterextremität nach innen.

Wenn der Unterschenkel gebeugt und nach aussen gedreht steht, so wird er durch den Muskel nach innen zurückgerollt.

IV. Der Biceps femoris beugt den Unterschenkel gegen den Oberschenkel und streckt diesen gleichzeitig gegen das Becken.

Wenn der Unterschenkel gestreckt gehalten wird, während man den Muskel zur Contraction bringt, so rotirt der Oberschenkel nach aussen.

Sobald die Beugung des Unterschenkels beginnt, entfaltet sich die Rollwirkung des Biceps femoris auf den Unterschenkel, und dieser dreht sich in um so grösserem Umfang von innen nach aussen, je vorgeschrittener die Beugung ist.

V. Der Poplitaeus bewirkt nur eine schwache Beugung des Unterschenkels; dagegen ertheilt er ihm eine mächtige Drehbewegung nach innen, wenn er in Beugung steht, widersetzt sich mit anderen Worten energisch seiner Drehung nach aussen.

VI. Der Semimembranosus bewirkt die Streckung des Oberschenkels gegen das Becken mit grösserer Kraft als der Semitendinosus und der Biceps femoris. Während man diesen Muskel in energische Contraction versetzt, kann das Individuum seinen Rumpf nicht gegen den Oberschenkel nach vorn beugen.

Die Faradisation des Semitendinosus hält das Becken in Streckstellung fest, mit geringerer Kraft jedoch, wie der Semimembranosus.

B. Bemerkungen.

372. Der Schneidermuskel (Sartorius) ertheilt den Geweben der inneren Hälfte des Oberschenkels eine analoge Bewegung, wie die durch den Tensor fasciae latae verursachte, aber in entgegengesetzter Richtung wie dieser letztere. Wenn man nämlich abwechselnd diese beiden Muskeln in Contraction bringt, während die untere Gliedmasse auf einer ebenen Unterlage aufruht, bemerkt man, dass vom Sartorius die innere Hälfte des Oberschenkels, die vorher schlaff war, nach vorn und etwas nach innen erhoben wird und sich anspannt, darauf sieht man unter dem Einfluss des Tensor fasciae latae die äussere Hälfte der Weichtheile des Oberschenkels sich nach vorn und innen begeben und sich anspannen.

Werden darauf beide Muskeln gleichzeitig in Contraction versetzt, so flacht sich der Oberschenkel ab und spannt sich in seitlicher Richtung nach aussen und innen.

Wenn man bedenkt, dass der Sartorius in einer Scheide liegt, die von dem tiefen Blatte der Oberschenkel-aponeurose herstammt, so begreift man, dass dieser Muskel, der in der Ruhe schlaff war und bei seiner Contraction geradlinig wird, sich erheben und den unter ihm gelegenen Abschnitt der Oberschenkel-aponeurose und folglich auch die Gewebe (Haut und Muskeln), die mit dieser Aponeurose zusammenhängen, anspannen muss.

373. Diese Wirkung auf die Schenkel-aponeurose ist die erste, die durch die Zusammenziehung des Schneidermuskels bewirkt wird; in welcher Lage das Bein auch sein mag, ist dies der erste Zeitabschnitt seiner Contraction. So habe ich auch wenn Oberschenkel und Unterschenkel in vollkommenster Streckung waren, wenn sich mit anderen Worten der Sartorius in der grössten Verlängerung befand, diesen Muskel die Schenkelaponeurose in derselben Weise bewegen und als Beugemuskel erst dann wirken sehen, nachdem er diese erste Bewegung ausgeführt hatte.

Alles in Allem kann der Schneidermuskel als Strecker der inneren Portion der Oberschenkel-aponeurose betrachtet werden, ebenso wie der Tensor fasciae latae als solcher für seine äussere Portion, obwohl er diese Thätigkeit mit viel geringerer Energie ausübt, als dieser letztere.

Ich habe diese Wirkung des Schneidermuskels auf die Oberschenkel-aponeurose zur Erwähnung bringen müssen, gestehe indessen

ihren Nutzen aus physiologischem Gesichtspunkte noch nicht begreifen zu können.

374. Seit Jahrhunderten wiederholt man, dass der Schneidermuskel dem Oberschenkel und Unterschenkel Bewegungen ertheilt, durch die die untere Gliedmasse in eine bei den Schneidern gewöhnliche Haltung versetzt wird, und man hat seine Benennung davon hergeleitet. Nun muss man aber, um sich zu setzen und dabei die Unterschenkel zu kreuzen, wie die Schneider, nicht allein sie gegen die Oberschenkel beugen und die Oberschenkel gegen das Becken, sondern man muss sie ausserdem noch eine doppelte Bewegung der Abziehung und der Rollung nach aussen ausführen lassen.

Auf welche Weise ich nun auch am Schneidermuskel experimentirt habe, und wie kräftig seine Contraction auch gewesen sein mag, so habe ich doch nur die gerade Beugung des Oberschenkels gegen das Becken erhalten können ohne die geringste Abductionsbewegung und ohne sehr merkliche Rollung des Beines. Ich behalte mir übrigens noch vor, nachzuweisen, dass diese Bewegungen der Schneider vollkommen ausgeführt werden können ohne Mitwirkung des Schneidermuskels. Sicher wurde niemals ein Muskel unpassender benannt, wie dieser sogen. Schneidermuskel.

375. Die Rollwirkung nach aussen, die von dem Sartorius geübt wird, vollzieht sich mit weniger Kraft und Ausdehnung, als man bis jetzt geglaubt hat. Man hat ja gesehen, dass dieser Muskel seine Wirkung zunächst an der Oberschenkel-aponeurose, an der Beugung des Unterschenkels und des Oberschenkels merken lässt, und dass er die Rollung dieses Gliedes nach aussen erst bewirkt, nachdem er die genannten Bewegungen hervorgebracht und den höchsten Grad seiner Contraction erreicht hat; und auch dann noch ist die Rollwirkung beim Versuche nur schwach und beschränkt.

Ein besseres Urtheil über die wirkliche Kraft der Rollung des Schneidermuskels gewinnt man, wenn man, während das Individuum auf einer horizontalen Unterlage liegt, der Beugung des Oberschenkels Widerstand leistet und zugleich den Muskel energisch zur Contraction bringt. Wenn dabei die Unterextremität in möglichst tarker Streckung gehalten wird, so rotirt sie mit etwas grösserer aft nach aussen, als wenn die Beugung des Oberschenkels d Unterschenkels sich frei vollziehen kann. Die Kraft dieser llbewegung ist nicht gross, denn wenn man die untere Glied-

masse passiv nach innen rollt, so leistet die Contraction des Schneidermuskels nur schwachen Widerstand.

Indem ich auf diese Weise experimentirte, beobachtete ich auch, dass die Drehbewegung nach aussen durch den Sartorius sehr beschränkt ist, so sehr, dass wenn man das Vorhandensein dieser Rollwirkung des Schneidermuskels überhaupt constatiren will, das Bein vorher in die Drehung nach innen gestellt werden muss. Alsdann dreht sich während der Contraction des Muskels die Fussspitze mit der ganzen unteren Extremität nach aussen; diese Rotationsbewegung geht aber nicht über die normale Haltung der Unterextremität bei ruhiger Rückenlage hinaus.

376. Um eine kräftige Drehwirkung auszuüben, hätte der Sartorius eine schiefere Richtung haben müssen, wie der folgende Versuch beweist. Als ich zu dem Zwecke, mit Hülfe elastischer Kraft an einer Unterextremität, die beim Gehen in Folge der Lähmung gewissser Muskeln nach innen rotirte, eine Rollung nach aussen zu erzielen, das natürliche Verhalten nachahmen wollte, hatte ich das eine Ende eines elastischen Riemens (mit Metallfeder) an der inneren unteren Partie des Oberschenkels befestigt, und das andere Ende an einem Gürtel an der Stelle der oberen Anheftung des Schneidermuskels; darauf hatte ich den Riemen angespannt. Es war mir nun nicht gelungen, durch dieses Mittel mit genügender Kraft zu wirken um die untere Extremität in die normale Stellung zurückzubringen, obgleich ich den Zug im Sinne der schiefen Richtung des Schneidermuskels geübt hatte. Aber es war nur nöthig, das obere Ende des elastischen Riemens weiter aussen am Gürtel zu befestigen, d. h. ihm eine schiefere Richtung zu ertheilen, um eine mächtige und sehr ausgedehnte Rollwirkung nach aussen zu erhalten. (Dies ist ein vorzügliches prothetisches Mittel, das ich unter diesen Umständen gewöhnlich anwende.)

Wäre übrigens dem Schneidermuskel ein grosses Drehvermögen nach aussen zuertheilt worden, so wäre es mehr schädlich als nützlich gewesen, denn wie schon im Vorstehenden nachgewiesen worden ist, hat die Fussspitze schon ohnehin nur zu sehr die Tendenz sich nach aussen zu drehen durch die Einwirkung anderer kräftiger Beugemuskeln des Oberschenkels (des Iliacus, Psoas und Pectinaeus), deren Drehwirkung nach aussen durch den Tensor fasciae latae und die vordere Portion des Glutaeus medius kaum gemässigt oder neutralisirt werden kann.

377. Auf Grund der anatomischen Beschaffenheit seiner unteren Insertion scheint der Schneidermuskel im Gegentheil bestimmt, auf

das Bein eine Drehwirkung nach innen auszuüben. Bekanntlich nämlich biegt sich seine untere Sehne in der Nähe des Condylus internus femoris um, um sich an der Tuberositas tibiae anzuheften, indem sie in einer Synovialscheide gleitet und eine Richtung schief von innen und hinten nach aussen und vorn nimmt; dieser umgebogene Theil der Sehne hat ungefähr 3 cm. Länge. Da nun die Rollung des Unterschenkels gegen den Oberschenkel sehr beschränkt ist (den anatomischen Grund dafür werde ich bald anzuführen haben), so muss sich die Rollwirkung der umgebogenen Sehne des Schneidermuskels auf den Oberschenkel erstrecken und die von der oberen Portion des Muskels geübte Drehwirkung nach aussen bis zu einem gewissen Punkte neutralisiren.

Ich behalte mir vor, den Nutzen dieser Drehwirkung des Sartorius nach innen nachzuweisen, wenn ich von jener besonderen Wirkung der Sehnen, die den Gänsefuss bilden, handeln werde.

378. Der Sartorius hat vielmehr die Bestimmung, zur Beugung des Oberschenkels gegen das Becken und umgekehrt, oder des Unterschenkels gegen den Oberschenkel beizutragen, oder diese Bewegungen gleichzeitig hervorzurufen.

Besonders hat der Sartorius im zweiten Zeitabschnitte des Ganges zu functioniren. Wenn nach der Streckung aller ihrer Segmente die zurückstehende untere Extremität den Boden verlässt, um unter dem Becken nach vorn zu schwingen, so tritt unter andern Muskeln auch der Sartorius in Wirksamkeit, um den Unterschenkel gegen den Oberschenkel und diesen gegen das Becken zu beugen.

379. Auf experimentellem Wege wurde nachgewiesen, dass der Gracilis zeitiger und kräftiger die Anziehung des Oberschenkels bewirkt als die Beugung des Unterschenkels. Diese Thatsache bestätigt nur das, was man schon wusste; sie erklärt sich durch die grosse Entfernung dieses Muskels vom Mittelpunkte des Hüftgelenkes.

Die Richtungslinie des Gracilis im Verhältniss zum Ginglymusgelenke des Kniees ist seiner Wirkung als Unterschenkelbeuger so ungünstig, dass die Anatomen, die Meinung Winslow's theilend, ihm nicht das Vermögen zuerkannt haben, die Beugung des Unterschenkels zu beginnen, wenn er sich in vollständiger Streckung befindet; sie haben ihn nur als einen Muskel betrachtet, der im Stande sei, die bereits angefangene Beugung des Unterschenkels fortzusetzen. Der elektromuskuläre Versuch beweist, dass diese

Behauptung rein theoretisch ist, er zeigt, dass es nicht erforderlich ist, dass die Beugung des Unterschenkels schon von einem anderen Muskel begonnen sei, damit der Gracilis seine Beugewirkung auf den Unterschenkel ausüben könne; man erinnert sich ja, dass er die Beugung des Unterschenkels auch dann bewirken konnte, wenn der Unterschenkel zur Zeit, wo ich ihn faradisirte, in Streckung stand.

Winslow hat sogar behauptet, dass der Muskel mit Leichtigkeit die Beugung des Unterschenkels nur in untergeschlagener Stellung der Beine bewirken könnte. Es wäre unnütz, die mechanische Begründung, die er dafür giebt *), hier anzuführen, denn seine Behauptung beruht nur auf theoretischen Vorstellungen und wird durch die Versuche, die ich angestellt habe, entkräftet. Ich habe nämlich den Gracilis zur Contraction gebracht, nachdem ich den Oberschenkel in Rotation nach aussen versetzt hatte, und konnte nicht constatiren, dass die Beugung des Unterschenkels energischer geschah, als wenn sich der Oberschenkel in seiner normalen Haltung befindet.

380. Ich habe aber bemerkt, dass bei dieser untergeschlagenen Stellung der unteren Extremität der vorher nach aussen stehende Fuss durch die Contraction des Gracilis nach vorn zurückgeführt wird; folglich ist dieser Muskel der Associé des Adductor magnus als Anzieher und Roller des Oberschenkels nach innen.

Wenn man sich von dieser Rollwirkung des Gracilis nach innen Rechenschaft geben will, so muss man sich erinnern, dass die untere Sehne dieses Muskels, die den hinteren Theil des Condylus internus femoris und der entsprechenden Tuberositas tibiae einnimmt, um sie herumgeht, indem sie sich von innen nach aussen umschlägt, um zu ihrer Anheftungsstelle an der Tuberositas tibiae zu gelangen, und dass sie in einer Synovialscheide gleitet, die zwischen der Sehne des Sartorius und des Semitendinosus liegt.

381. Der Semitendinosus und Biceps femoris besitzen die gemeinsame Wirkung, den Unterschenkel gegen den Oberschenkel zu beugen, das Becken gegen den Oberschenkel und diesen gegen das Becken zu strecken, besonders wenn sich im Augenblicke ihrer Contraction der Unterschenkel in Streckung befindet. Indessen wirkt jeder von ihnen noch auf eine besondere Weise.

---

*) Traité des muscles 1109. p. 331.

Der Semitendinosus ist ein Roller des Unterschenkels nach innen, in Folge der im Winkel wirkenden Thätigkeit seiner unteren Sehne, die den Condylus internus umsäumt, um zu ihrer Insertion an der Crista tibiae zu gelangen. Diese Rollung des Unterschenkels ist aber sehr beschränkt.

Mit grösserer Kraft bewirkt der Biceps femoris die Rollung des Unterschenkels nach aussen. Diese Bewegung ist um so umfänglicher, in je höherem Grade der Beugung sich der Unterschenkel befindet.

382. Ich muss hier an das anatomische Verhalten der Ligamenta cruciata des Kniegelenks erinnern, ein Verhalten, in Folge dessen die Rollung des Unterschenkels nach aussen sich in grösserer Ausdehnung vollziehen kann, als seine Rollung nach innen. Von diesen beiden Ligamenten, die sich unten an der Spina intercon dyloidea tibiae anheften, befestigt sich das vordere am Condylus externus, das hintere am Condylus internus, so dass sie durch ihre Kreuzung ein X bilden. Daraus folgt, dass diese Ligamente sich verwickeln, wenn man den Unterschenkel um seine Längsaxe nach innen rotiren will, während die Rotation des Unterschenkels nach aussen die Ligamente aufwickelt und daher von ihnen nicht beschränkt wird.

Man weiss auch, dass in Folge der nach hinten gerückten, excentrischen, oberen Anheftung des Ligamentum laterale externum (sie geschieht an der Vereinigung des hinteren Fünftels mit den vier vorderen), dieses Ligament durch die Beugung des Unterschenkels erschlafft wird, während das Ligamentum laterale internum, dessen Anheftung dem Mittelpunkte des Gelenkes sehr nahe ist, bei seiner Beugung ebenso gespannt ist, wie bei seiner Streckung. Daraus folgt, dass nur das Ligamentum laterale externum die Rollung des gebeugten Unterschenkels nach aussen und innen erlaubt, und dass die imaginäre Axe, um die sich diese Bewegungen vollziehen, durch die Tuberositas interna tibiae und den Condylus internus femoris hindurchgeht. Ausserdem folgt daraus, dass der Condylus externus bei der Beugung des Unterschenkels auf der entsprechenden Gelenkfläche der Tibia eine gemischte Bewegung der Rollung und des Gleitens von hinten nach vorn ausführt, und dieses Gleiten wird durch die Rollung des Unterschenkels nach aussen bewirkt und ist eben beschrieben worden. Während der Streckung des Unterenkels finden diese Bewegungen in entgegengesetzter Richtung tt. Diese Thatsachen sind durch die Untersuchungen der Gebr. eber ermittelt worden.

383. Ich habe zweimal Gelegenheit gehabt, den Musculus poplitaeus blossgelegt und noch in erregbarem Zustande an einer Unterextremität, die in der mittleren Höhe des Oberschenkels frisch amputirt war, direct zur Contraction zu bringen. Während dieses Versuches habe ich den Oberschenkelknochen fest in seiner Lage erhalten und dabei eine kräftige Rotation der Tibia nach innen bewirkt, selbstverständlich beschränkt durch die Ligamenta cruciata. Der Muskel beugte auch den Unterschenkel gegen den Oberschenkel und umgekehrt, aber diese Bewegung war verhältnissmässig schwächer als die Rotationsbewegung nach innen.

384. Der Semimembranosus, der mächtigste der drei vorstehenden Muskeln, übt keine Drehwirkung auf den Unterschenkel, was in seiner Anheftung an der Rückseite der Tibia seine Erklärung findet. Man hat ausserdem bemerkt, dass er den Oberschenkel sehr kräftig gegen das Becken streckt, in Folge seiner Befestigung am unteren und hinteren Theile des Beckens.

§ II. Pathologische Physiologie.

385. Ich habe Gelegenheit gehabt, die Lähmung oder Atrophie der Muskeln, die die Beugung des Oberschenkels gegen das Becken bewirken, mit Ausnahme des Sartorius zu beobachten. Bei der elektrischen Untersuchung hatte ich bemerkt, dass dieser Muskel sein Volumen und seine Erregbarkeit bewahrt hatte. Trotzdem musste der Kranke, wenn er aufrecht stand, eine grosse Anstrengung machen, um die afficirte untere Gliedmasse nach vorn zu bringen, und diese Bewegung war ausserdem beim Gehen nur wenig umfänglich; die Schwingung seines Beines war dabei so beschränkt, dass er ihm eine Schleuderbewegung nach vorn vermittels einer Art von Torsionsbewegung des Rumpfes ertheilte, aber trotz aller Anstrengungen blieb der Schritt auf dieser Seite zu kurz, was eine Art von Hinken verursachte.

Diese klinische Beobachtung beweist, dass der Sartorius nicht im Stande ist, die untere Gliedmasse beim Gehen vollständig von hinten nach vorn schwingen zu lassen.

386. Die klinische Beobachtung beweist, dass der Semitendinosus und Biceps hauptsächlich dazu bestimmt sind, beim Vorschreiten die Streckung des Beckens zu bewirken.

Weiter oben (siehe 320) habe ich gezeigt, dass der Glutaeus maximus zur Streckung des Beckens beim Gange nur in Wirkung tritt, wenn diese Streckung eine gewisse Anstrengung erfordert, wie z. B. beim Steigen einer Treppe oder Gehen auf einer ansteigenden Ebene, oder wenn man eine schwere Last auf den Schultern trägt. Man kann dies, sagte ich, auf folgende Weise an sich selbst constatiren. Nachdem eine der beiden Gliedmassen nach vorn geschwungen hat, fühlt man mit den Händen, die an den Glutaeus der entsprechenden Extremität angelegt werden, wie dieser Muskel erschlafft bleibt, zur Zeit, wo die drei Segmente des Gliedes (Fuss, Unterschenkel und Oberschenkel) sich gleichzeitig strecken, um dem Rumpfe eine Bewegung nach vorn zu ertheilen, vorausgesetzt, dass das Gehen auf einer horizontalen Ebene stattfindet; aber man beobachtet, dass es die Musculi semitendinosus und semimembranosus sind, die dabei in Action treten.

Wir werden sehen, dass die Functionsstörungen, die durch die Atrophie dieser letzteren Muskeln unter diesen Umständen verursacht werden, die grosse Nützlichkeit derselben als Strecker des Beckens beim Gehen erweisen.

Bei Individuen nämlich, bei denen die Muskeln der Rückseite des Oberschenkels entweder durch atrophische Kinderlähmung oder durch die progressive Muskelatrophie zerstört waren, beobachtete ich, dass der Körper beim Gehen der Gefahr ausgesetzt war, nach vorn zu fallen, und dass sie dabei instinctiv die Schwerlinie mehr nach rückwärts brachten, um die Streckung des Rumpfes zu sichern oder zu dem Zwecke einen Fall zu vermeiden.

Die Beuger des Beckens gegen den Oberschenkel, welche dabei die Rückwärtsbeugung des Rumpfes einschränken, werden unaufhörlich angespannt, und da sie sich ausserdem noch bei der Schwingung der Unterextremität nach vorn contrahiren müssen, so folgt daraus, dass sie beim Gehen übernommen sind; dem gemäss empfinden die Kranken dabei eine grosse Müdigkeit.

Die Individuen, bei denen die Streckmuskeln des Beckens nicht mehr functioniren, können weder springen noch tanzen, noch selbst sehr rasch gehen, obgleich sie die Streckbewegungen des Fusses und des Unterschenkels mit grosser Kraft ausführen. Gerade bei diesen Uebungen hat der Körper die Tendenz, nach vorn zu fallen; ...stens sprechen sie diese Befürchtung aus, wenn man sie ver...en will, zu tanzen oder zu springen.

...edenkt man, dass der Körper zur Zeit, wo er durch die sich voll...de Streckung des Fusses gegen den Unterschenkel und des

letzteren gegen den Oberschenkel im ersten Zeitabschnitte des Ganges nach vorwärts getrieben wird, gleichzeitig einen Impuls erhalten soll, sich nach vorn zu beugen, so begreift man die Nothwendigkeit, dass in diesem Momente die Strecker des Beckens und auch die des Rumpfes synergisch in Action treten, um das Ueberfallen des Körpers nach vorn zu verhindern.

387. Wenn sich die Unterextremität nach ihrer Streckung vom Boden loslöst, um sich nach vorn zu begeben, so beugen sich ihre drei Segmente (Fuss, Unterschenkel und Oberschenkel) gleichzeitig gegen einander, damit sie schwingen kann, ohne den Boden zu berühren.

Wenn aber die Muskeln, die die Beugung des Unterschenkels besorgen, nicht mehr im Stande sind zu functioniren, so berührt der Fuss den Boden, während er unter dem Becken schwingt; wenn es dann der Kranke vermeiden will, gegen den Boden zu stossen, so verstärkt er die Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel. Und gerade dies habe ich an Individuen beobachtet, die die Thätigkeit der Beugemuskeln des Unterschenkels gegen den Oberschenkel verloren hatten.

Aus dem Vorstehenden geht also hervor, dass die Musculi semitendinosus, semimembranosus und biceps femoris sich nicht nur contrahiren, um das Becken gegen den Oberschenkel zu strecken, sondern auch um den Unterschenkel im zweiten Zeitabschnitte des Ganges zu beugen.

388. Die Dauer der Muskelzusammenziehung, die die Beugung des Unterschenkels während der Schwingung der Unterextremität von hinten nach vorn bewirken muss, ist nur kurz, denn sobald der Oberschenkel den Flexionsgrad erreicht, bei welchem die eigene Schwere des Unterschenkels hinreicht, um ihn in Beugung gegen den Oberschenkel zu erhalten, so hört die Contraction der vorstehenden Muskeln augenblicklich auf.

Uebrigens habe ich bemerkt, dass selbst wenn die willkürliche Beugung des Unterschenkels vollkommen aufgehoben ist, die Beugung des Unterschenkels im zweiten Zeitabschnitte des Ganges doch wie im Normalzustande stattfindet, sobald die erste Hälfte der Beugung des Oberschenkels gegen das Becken vollendet ist, d. h. wenn der Oberschenkel mit der Verticalen des Rumpfes einen Winkel macht, der spitz genug ist, damit sich der Unterschenkel in Folge seiner eigenen Schwere von selbst gegen den Oberschenkel beugt.

389. In einigen Fällen von atrophischer Kinderlähmung habe ich beobachtet, dass von allen Beugemuskeln des Unterschenkels der Biceps femoris allein intact geblieben war. Das Individuum konnte auf der kranken Seite seinem Unterschenkel keine Beugebewegungen ertheilen, ohne dass sich derselbe stark nach aussen drehte. Das, was durch die Versuchsreihe über die Einzelwirkung des Biceps femoris demonstrirt worden war, findet hier seine Bestätigung in der klinischen Beobachtung. In einem Falle war diese Bewegung so übermässig gesteigert, dass die Fussspitze bei sitzender Stellung ganz und gar nach aussen sah.

Noch mehr, das Individuum konnte, wenn das Bein in Streckung stand und ich die Fussspitze nach vorn gekehrt hatte, seinen Fuss nach aussen drehen, während man den Oberschenkel verhinderte, dieser Rotationsbewegung nach aussen zu folgen. Nun weiss man aber, dass unter normalen Bedingungen der Unterschenkel keine Rotation ausführen kann, wenn er gegen den Oberschenkel gestreckt ist. Den anatomischen Grund dafür habe ich weiter oben (s. 382) angeführt.

390. Man begreift also, wie in dem vorstehend berichteten klinischen Falle die Rotation des Unterschenkels selbst bei seiner Streckung ausführbar geworden ist. Da die Drehwirkung des Biceps nach aussen nicht mehr von den Muskeln, welche die Drehung des Unterschenkels nach innen bewirken, gemässigt wurde und sich unter diesen Umständen continuirlich geltend machte, so hatte sie mit Länge der Zeit das Ligamentum laterale externum, welches die Drehung des Unterschenkels nach aussen begrenzt, mehr und mehr gedehnt. In Folge dieser über die Norm gesteigerten Rollwirkung des Biceps femoris habe ich weiterhin sogar einmal eine so grosse Dehnung der Ligamente dieses Gelenkes gesehen, dass die Tibia in Muskelruhe in der Rollung nach aussen verharrte. Wenn ich den Unterschenkel in Streckung stellte, so konnte ich ihn nach innen oder nach aussen rotiren. Daraus hatte sich ein Mangel an Festigkeit im Kniegelenke beim aufrechten Stehen und beim Gehen ergeben. Das Individuum sagte, dass es ihm im Augenblicke, wo sein krankes Bein sich streckte, vorkam, als ob die Gelenkverbindung seines Kniees herausträte, und dass es dann oft davon be-ht war, zu fallen.

391. Es war vortheilhaft, dass die Drehung des Unterschenkels .olgen konnte, während derselbe gegen den Oberschenkel gebeugt st, z. B. in sitzender Stellung; damit ist im Besonderen die kurze

Portion des Biceps femoris betraut, dessen Wirkung mehr schief von innen nach aussen geht, als die seiner langen Portion. Die anatomischen Verhältnisse der Ligamenta cruciata gestatten, wie man gesehen hat (s. 382), dass diese Bewegung viel umfänglicher ist, als die Drehung nach innen.

Die Drehbewegungen der Tibia hätten, wenn sie bei gestrecktem Unterschenkel möglich gewesen wären, der Festigkeit der unteren Gliedmassen beim Stehen und Gehen geschadet, wie durch die klinische Beobachtung so eben demonstrirt wurde. Aus diesem Grunde sind die Ligamenta lateralia so eingerichtet, dass sie sie während der Streckung des Unterschenkels verhindern.

392. Die normale Gestalt des Kniees hängt hauptsächlich von einem gewissen Gleichgewichte zwischen den tonischen Kräften der Muskeln ab, die die Drehung des Unterschenkels nach innen und nach aussen bewirken.

Man weiss nämlich, dass beim Genu valgum die Fussspitze nach aussen gekehrt wird in Folge der Rotation des Unterschenkels in diesem Sinne, dass ferner an der Aussenseite des Kniees der Unterschenkel mit dem Oberschenkel einen Winkel bildet, während man an seiner Innenseite einen einspringenden offenen Winkel bemerkt, dessen Scheitel vom Condylus internus femoris, der hypertrophisch scheint, gebildet wird. Diese Verbildung des Kniees nun ist derjenigen ähnlich, die sich in Folge von Atrophie der Rotationsmuskeln nach innen entwickelt und deren Mechanismus durch die continuirliche übermässige Wirkung des Biceps femoris (als Rotationsmuskel nach aussen) zu erklären ist. Ich habe nun in der That constatirt, dass beim Genu valgum dieser letztere Muskel im Verhältniss zu den Rotationsmuskeln nach innen sehr stark entwickelt ist. — Freilich wird die Bildung dieser Kniestellung durch eine gewisse Schlaffheit der Gelenke, die Folge einer lymphatischen Constitution, begünstigt; aber diese Ursache ist secundär, denn ich habe die Knieaffection auf einer Seite mehrere Mal an Individuen beobachtet, die weder lymphatisch, noch scrophulös, noch rhachitisch waren.

Das Genu valgum ist fast immer doppelseitig und datirt von der ersten Kindheit her.

Indessen habe ich es einmal ohne wahrnehmbare Ursache sich auf der linken Seite entwickeln sehen, bei einem Knaben von 8—9 Jahren; seine Mutter datirte die Affection ungefähr 2 Jahre zurück, ohne den Zeitpunkt der Entstehung genau angeben zu können, weil

das Kind keinen Schmerz empfunden hatte; erst als die Verunstaltung schon ziemlich auffällig war, schenkte sie ihr einige Aufmerksamkeit. Wie ich gerufen wurde, zeigte das linke Knie die Verunstaltung, die ich oben beschrieben habe. Der Condylus internus machte einen solchen Vorsprung nach innen, dass man an das Bestehen eines Tumors geglaubt hatte, der mit auflösenden Salben behandelt worden war. Nachdem sie diesen Grad erreicht hatte, verursachte die Verunstaltung des Kniees Schwäche beim Gehen, Hinken und zuweilen nach einem etwas längeren Marsche oder nach dem Laufen, dem Springen u. s. w. etwas Schmerz im Gelenk. Der Biceps femoris war bei diesem Knaben sehr entwickelt und contrahirte sich mit Energie im Vergleich zum Semitendinosus und Gracilis. Rationeller Weise konnte man vermuthen, dass der Poplitaeus gleichfalls afficirt war, denn die Drehung des Unterschenkels nach innen wurde nur schwach ausgeführt. — Die Ursache und Natur dieser Muskelaffection waren gewiss schwierig festzustellen. Es bestand kein Zeichen von einer athritischen Affection des Kniees. Sollte es nicht dennoch möglich sein, hier einen leichten Grad jener spinalen Kinderlähmung anzunehmen, von der ich oft genug gesehen habe, dass sie ohne bekannte Ursache erschien und sich auf diese Weise in gewissen Muskeln localisirte. Diese Diagnose wird dadurch wahrscheinlich, dass das Bein merklich abgemagert war, und dass auch die Adductoren ebenfalls in ihrer Wirkung abgeschwächt waren. Was auch die Ursache sein mag, so kann diese klinische Beobachtung schliesslich mit beweisen, dass ein gewisses Gleichgewicht zwischen den Drehkräften des Unterschenkels die normale Gestalt des Kniees bedingt.

393. Dieselben Störungen in umgekehrtem Sinne habe ich in zunehmender Weise entstehen sehen unter dem Einflusse der fortwährenden Wirkung der Einwärtsroller der Tibia in Folge von Lähmung des Biceps femoris, des Auswärtsrollers der Tibia. Es sah demnach bei der Beugung des Unterschenkels die Fussspitze nach innen und konnte nicht willkürlich nach aussen gerollt werden; mit Länge der Zeit war die Drehbewegung des Unterschenkels nach innen umfänglicher geworden, als im Normalzustande. Trotzdem konnte die Drehung nach innen nur sehr schwach ausgeführt werden, wenn der Unterschenkel in Streckung stand.

Da die Roller des Unterschenkels nach innen nicht nur den Widerstand der Ligamenta lateralia, sondern auch den des Ligamentum cruciatum posticum zu überwinden haben (s. 382), so begreift man, dass die pathologische Rollung des Unterschenkels nach innen

unter dem Einflusse der continuirlichen Action ihrer Muskeln langsamer fortschreiten muss. Dennoch zweifele ich nicht, dass auf die Dauer alle Widerstände durch Ligamente nachgeben, wie man es übrigens unter denselben Bedingungen beispielsweise bei einer grossen Zahl von Klumpfüssen beobachtet, und dass sich mit der Zeit in den Gelenkbändern des Kniees ebenso grosse Störungen entwickeln können, wie unter dem Einflusse der beständigen übermässigen Wirkung des Biceps femoris.

394. Die im Vorstehenden berichteten klinischen Thatsachen (s. 392, 393), welche die Functionsstörungen und die anatomischen Veränderungen zeigen, die in dem Tibio-femoral-Gelenk durch die gesteigerte continuirliche Thätigkeit der Roller des Unterschenkels nach aussen und innen verursacht werden, diese Thatsachen, sage ich, beweisen, wie wichtig es war, dass ihre Thätigkeit durch hinreichende antagonistische Muskelkräfte gemässigt wurde, Kräfte, die den Dienst von activen Ligamenten versehen.

Weiter oben habe ich gesagt (s. 391), es wäre nützlich, dass die Drehung des Unterschenkels nach aussen in sitzender Stellung geschehen könnte. Damit diese Bewegung sich vollzog, war es nöthig, dass die obere Anheftung des Ligamentum laterale externum hinter dem Mittelpunkte des Tibio-femoral-Gelenkes stattfand (an der Vereinigungsstelle des hinteren Fünftels mit den vorderen vier Fünfteln des Condylus externus femoris), so dass dieses Band sich bei der Beugung erschlafft fand. Ausserdem durfte die Einrichtung der Ligamenta cruciata dem keinen Widerstand leisten. — Andererseits würde das Ligamentum laterale externum ein zu schwaches Hinderniss gewesen sein, um die Drehwirkung des Biceps femoris zu beschränken. Um den Gefahren zu begegnen, die aus dieser Schwäche für das Tibio-femoral-Gelenk hätten hervorgehen können, wie die klinische Beobachtung beweist, sind ohne Zweifel die Musculi poplitaeus, semitendinosus, gracilis und sartorius mit der Macht begabt worden, die übertriebene Wirkung des Biceps femoris auf die Drehung des Unterschenkels nach aussen zu mässigen. Der erstere (der Poplitaeus) muss sogar speciell zu diesem Zwecke erschaffen worden sein, denn seine Drehwirkung nach innen, die bei weitem stärker ist, als die der drei anderen Muskeln zusammen, ist verhältnissmässig stärker, als die Wirkung, welche er als Beuger des Unterschenkels ausübt.

395. Beim Stehen auf den Füssen mit gestreckten Kniekehlen überragt das Femur die verlängerte Linie des Unterschenkels; das Gewicht des Körpers, welches auf ihm lastet, strebt dann den nach

vorn offenen Winkel, der von den beiden Segmenten der Unterextremität gebildet wird, zu verkleinern. Man hat behauptet, dass sich die Ligamente des Kniees, mit Ausnahme des Ligamentum patellae, dieser Verkleinerung des nach vorn offenen Winkels widersetzen, und dass in Folge davon Unterschenkel und Oberschenkel bei vollkommener Streckung eine vollkommen starre Stütze bilden, die wie aus einem Stücke gebildet ist, ohne dass die Zwischenkunft der Muskelcontraction nöthig sei. *)

Diese Behauptung ist nicht in allen Punkten exact; die klinische Beobachtung beweist im Gegentheil, dass die Muskeln Biceps femoris, Semitendinosus und Semimembranosus active Ligamente sind, die für die Festigkeit des Tibio-femoral-Gelenkes absolut nothwendig sind, um die Streckung desselben besonders beim aufrechten Stehen und Gehen zu beschränken.

Allemal wenn diese Muskeln zerstört sind, — was sich nur zu häufig bei der atrophischen Kinderlähmung ereignet, — neigt sich zur Zeit, wo der Kranke auf der afficirten Gliedmasse aufruht, der Oberschenkel gegen den Unterschenkel zunehmend nach vorn.

In diesen Fällen wird der Unterschenkel auch während der Bettruhe durch die tonische Kraft der Strecker des Unterschenkels in continuirlicher Streckung gegen den Oberschenkel erhalten. Diese unaufhörlich wirksame Kraft besiegt bald den Widerstand der Ligamenta cruciata, des laterale und posticum, und diese verlängern sich bald mehr und mehr, bis sie schliesslich gestatten, dass das Kniegelenk nach vorn einen offenen Winkel bildet, der bisweilen viel weniger stumpf ist, als im Normalzustande.

Das Körpergewicht strebt diese vordere Beugung des Oberschenkels gegen den Unterschenkel beim Gehen und Stehen noch zu vermehren, wie jeder begreifen wird, ohne dass es nöthig ist, den Mechanismus zu erklären. Diese letztere Ursache ist aber weniger wirksam, wie die vorhergehende, denn bei den Kindern, bei welchen alle den Unterschenkel bewegenden Muskeln atrophirt sind, bei denen man also nicht den Einfluss der übermässigen tonischen Wirkung der Unterschenkelstrecker beschuldigen kann, erreicht die Vorwärtsbeugung des Unterschenkels nicht denselben Grad und die Verunstaltung entwickelt sich nicht so rasch.

---

*) Cruveilhier. Traité d'anatomie descriptive. IV. éd. pg. 424.

General-Uebersicht.

A. Streckung des Unterschenkels gegen den Oberschenkel.

I. Wenn man den Vastus externus und den Vastus internus jeden für sich zur Contraction bringt, so streckt jeder den Unterschenkel gegen den Oberschenkel und zieht die Patella, der erstere nach aussen und oben, der zweite nach innen und oben.

Wenn man diese beiden Muskelbäuche sich gleichzeitig contrahiren lässt, so wird die Patella nach oben verzogen und die Streckung des Unterschenkels wird etwa mit der doppelten Kraft, die man durch ihre Einzelwirkung erreicht, hervorgebracht.

Die Streckkraft des Vastus internus ist grösser als die des externus.

Die seitliche Wirkung, die durch den Vastus externus geübt wird, ist ausgesprochener als die des internus. Dies geht so weit, dass ich die Kniescheibe nach aussen luxirt habe, indem ich den Vastus externus an einem Leichnam, dessen Erregbarkeit noch normal war, faradisirte, während ich nicht im Stande war, durch Faradisation seines Vastus internus die Luxation zu bewirken. (s. 354.)

II. Diese überwiegende seitliche Wirkung des Vastus externus auf die Kniescheibe würde eine wirkliche Gefahr vorstellen, wenn dieser Muskelbauch bei der Streckung des Unterschenkels gegen den Oberschenkel für sich allein functioniren müsste. Die Wahrheit dieser Behauptung wird durch klinische Thatsachen bewiesen, bei denen der Vastus externus in Folge von Atrophie des Vastus internus sich immer allein contrahiren musste und deshalb beim raschen Gehen, Springen, Tanzen etc. häufig die Luxation der Kniescheibe nach aussen bewirkte.

Aus diesem Grunde ist im physiologischen Zustande die Thätigkeit des Vastus externus untrennbar von der des Vastus internus, seines nothwendigen Moderators; aus diesem Grunde auch bilden diese beiden Muskelportionen einen einzigen Muskel, den man den zweibäuchigen Strecker des Unterschenkels gegen den Oberschenkel nennen könnte. (s. 355, 363—365.)

III. Der Rectus femoris bewirkt die Streckung des Unterschenkels gegen den Oberschenkel; aber gleichzeitig hat er eine Tendenz, den Oberschenkel gegen das Becken zu beugen, was ihn von dem durch den Vastus internus und externus gebildeten Muskel unterscheidet, da dieser ausschliesslich Streckmuskel ist. (s. 366).

Der Semitendinosus ist ein Roller des Unterschenkels nach innen, in Folge der im Winkel wirkenden Thätigkeit seiner unteren Sehne, die den Condylus internus umsäumt, um zu ihrer Insertion an der Crista tibiae zu gelangen. Diese Rollung des Unterschenkels ist aber sehr beschränkt.

Mit grösserer Kraft bewirkt der Biceps femoris die Rollung des Unterschenkels nach aussen. Diese Bewegung ist um so umfänglicher, in je höherem Grade der Beugung sich der Unterschenkel befindet.

382. Ich muss hier an das anatomische Verhalten der Ligamenta cruciata des Kniegelenks erinnern, ein Verhalten, in Folge dessen die Rollung des Unterschenkels nach aussen sich in grösserer Ausdehnung vollziehen kann, als seine Rollung nach innen. Von diesen beiden Ligamenten, die sich unten an der Spina intercon dyloidea tibiae anheften, befestigt sich das vordere am Condylus externus, das hintere am Condylus internus, so dass sie durch ihre Kreuzung ein X bilden. Daraus folgt, dass diese Ligamente sich verwickeln, wenn man den Unterschenkel um seine Längsaxe nach innen rotiren will, während die Rotation des Unterschenkels nach aussen die Ligamente aufwickelt und daher von ihnen nicht beschränkt wird.

Man weiss auch, dass in Folge der nach hinten gerückten, excentrischen, oberen Anheftung des Ligamentum laterale externum (sie geschieht an der Vereinigung des hinteren Fünftels mit den vier vorderen), dieses Ligament durch die Beugung des Unterschenkels erschlafft wird, während das Ligamentum laterale internum, dessen Anheftung dem Mittelpunkte des Gelenkes sehr nahe ist, bei seiner Beugung ebenso gespannt ist, wie bei seiner Streckung. Daraus folgt, dass nur das Ligamentum laterale externum die Rollung des gebeugten Unterschenkels nach aussen und innen erlaubt, und dass die imaginäre Axe, um die sich diese Bewegungen vollziehen, durch die Tuberositas interna tibiae und den Condylus internus femoris hindurchgeht. Ausserdem folgt daraus, dass der Condylus externus bei der Beugung des Unterschenkels auf der entsprechenden Gelenkfläche der Tibia eine gemischte Bewegung der Rollung und des Gleitens von hinten nach vorn ausführt, und dieses Gleiten wird durch die Rollung des Unterschenkels nach aussen bewirkt und ist so eben beschrieben worden. Während der Streckung des Unterschenkels finden diese Bewegungen in entgegengesetzter Richtung statt. Diese Thatsachen sind durch die Untersuchungen der Gebr. Weber ermittelt worden.

383. Ich habe zweimal Gelegenheit gehabt, den Musculus poplitaeus blossgelegt und noch in erregbarem Zustande an einer Unterextremität, die in der mittleren Höhe des Oberschenkels frisch amputirt war, direct zur Contraction zu bringen. Während dieses Versuches habe ich den Oberschenkelknochen fest in seiner Lage erhalten und dabei eine kräftige Rotation der Tibia nach innen bewirkt, selbstverständlich beschränkt durch die Ligamenta cruciata. Der Muskel beugte auch den Unterschenkel gegen den Oberschenkel und umgekehrt, aber diese Bewegung war verhältnissmässig schwächer als die Rotationsbewegung nach innen.

384. Der Semimembranosus, der mächtigste der drei vorstehenden Muskeln, übt keine Drehwirkung auf den Unterschenkel, was in seiner Anheftung an der Rückseite der Tibia seine Erklärung findet. Man hat ausserdem bemerkt, dass er den Oberschenkel sehr kräftig gegen das Becken streckt, in Folge seiner Befestigung am unteren und hinteren Theile des Beckens.

§ II. Pathologische Physiologie.

385. Ich habe Gelegenheit gehabt, die Lähmung oder Atrophie der Muskeln, die die Beugung des Oberschenkels gegen das Becken bewirken, mit Ausnahme des Sartorius zu beobachten. Bei der elektrischen Untersuchung hatte ich bemerkt, dass dieser Muskel sein Volumen und seine Erregbarkeit bewahrt hatte. Trotzdem musste der Kranke, wenn er aufrecht stand, eine grosse Anstrengung machen, um die afficirte untere Gliedmasse nach vorn zu bringen, und diese Bewegung war ausserdem beim Gehen nur wenig umfänglich; die Schwingung seines Beines war dabei so beschränkt, dass er ihm eine Schleuderbewegung nach vorn vermittels einer Art von Torsionsbewegung des Rumpfes ertheilte, aber trotz aller Anstrengungen blieb der Schritt auf dieser Seite zu kurz, was eine Art von Hinken verursachte.

Diese klinische Beobachtung beweist, dass der Sartorius nicht im Stande ist, die untere Gliedmasse beim Gehen vollständig von hinten nach vorn schwingen zu lassen.

386. Die klinische Beobachtung beweist, dass der Semitendinosus und Biceps hauptsächlich dazu bestimmt sind, beim Vorschreiten die Streckung des Beckens zu bewirken.

Weiter oben (siehe 320) habe ich gezeigt, dass der Glutaeus maximus zur Streckung des Beckens beim Gange nur in Wirkung tritt, wenn diese Streckung eine gewisse Anstrengung erfordert, wie z. B. beim Steigen einer Treppe oder Gehen auf einer ansteigenden Ebene, oder wenn man eine schwere Last auf den Schultern trägt. Man kann dies, sagte ich, auf folgende Weise an sich selbst constatiren. Nachdem eine der beiden Gliedmassen nach vorn geschwungen hat, fühlt man mit den Händen, die an den Glutaeus der entsprechenden Extremität angelegt werden, wie dieser Muskel erschlafft bleibt, zur Zeit, wo die drei Segmente des Gliedes (Fuss, Unterschenkel und Oberschenkel) sich gleichzeitig strecken, um dem Rumpfe eine Bewegung nach vorn zu ertheilen, vorausgesetzt, dass das Gehen auf einer horizontalen Ebene stattfindet; aber man beobachtet, dass es die Musculi semitendinosus und semimembranosus sind, die dabei in Action treten.

Wir werden sehen, dass die Functionsstörungen, die durch die Atrophie dieser letzteren Muskeln unter diesen Umständen verursacht werden, die grosse Nützlichkeit derselben als Strecker des Beckens beim Gehen erweisen.

Bei Individuen nämlich, bei denen die Muskeln der Rückseite des Oberschenkels entweder durch atrophische Kinderlähmung oder durch die progressive Muskelatrophie zerstört waren, beobachtete ich, dass der Körper beim Gehen der Gefahr ausgesetzt war, nach vorn zu fallen, und dass sie dabei instinctiv die Schwerlinie mehr nach rückwärts brachten, um die Streckung des Rumpfes zu sichern oder zu dem Zwecke einen Fall zu vermeiden.

Die Beuger des Beckens gegen den Oberschenkel, welche dabei die Rückwärtsbeugung des Rumpfes einschränken, werden unaufhörlich angespannt, und da sie sich ausserdem noch bei der Schwingung der Unterextremität nach vorn contrahiren müssen, so folgt daraus, dass sie beim Gehen übernommen sind; dem gemäss empfinden die Kranken dabei eine grosse Müdigkeit.

Die Individuen, bei denen die Streckmuskeln des Beckens nicht mehr functioniren, können weder springen noch tanzen, noch selbst sehr rasch gehen, obgleich sie die Streckbewegungen des Fusses und des Unterschenkels mit grosser Kraft ausführen. Gerade bei diesen Uebungen hat der Körper die Tendenz, nach vorn zu fallen; wenigstens sprechen sie diese Befürchtung aus, wenn man sie veranlassen will, zu tanzen oder zu springen.

Bedenkt man, dass der Körper zur Zeit, wo er durch die sich vollziehende Streckung des Fusses gegen den Unterschenkel und des

letzteren gegen den Oberschenkel im ersten Zeitabschnitte des Ganges nach vorwärts getrieben wird, gleichzeitig einen Impuls erhalten soll, sich nach vorn zu beugen, so begreift man die Nothwendigkeit, dass in diesem Momente die Strecker des Beckens und auch die des Rumpfes synergisch in Action treten, um das Ueberfallen des Körpers nach vorn zu verhindern.

387. Wenn sich die Unterextremität nach ihrer Streckung vom Boden loslöst, um sich nach vorn zu begeben, so beugen sich ihre drei Segmente (Fuss, Unterschenkel und Oberschenkel) gleichzeitig gegen einander, damit sie schwingen kann, ohne den Boden zu berühren.

Wenn aber die Muskeln, die die Beugung des Unterschenkels besorgen, nicht mehr im Stande sind zu functioniren, so berührt der Fuss den Boden, während er unter dem Becken schwingt; wenn es dann der Kranke vermeiden will, gegen den Boden zu stossen, so verstärkt er die Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel. Und gerade dies habe ich an Individuen beobachtet, die die Thätigkeit der Beugemuskeln des Unterschenkels gegen den Oberschenkel verloren hatten.

Aus dem Vorstehenden geht also hervor, dass die Musculi semitendinosus, semimembranosus und biceps femoris sich nicht nur contrahiren, um das Becken gegen den Oberschenkel zu strecken, sondern auch um den Unterschenkel im zweiten Zeitabschnitte des Ganges zu beugen.

388. Die Dauer der Muskelzusammenziehung, die die Beugung des Unterschenkels während der Schwingung der Unterextremität von hinten nach vorn bewirken muss, ist nur kurz, denn sobald der Oberschenkel den Flexionsgrad erreicht, bei welchem die eigene Schwere des Unterschenkels hinreicht, um ihn in Beugung gegen den Oberschenkel zu erhalten, so hört die Contraction der vorstehenden Muskeln augenblicklich auf.

Uebrigens habe ich bemerkt, dass selbst wenn die willkürliche Beugung des Unterschenkels vollkommen aufgehoben ist, die Beugung des Unterschenkels im zweiten Zeitabschnitte des Ganges doch wie im Normalzustande stattfindet, sobald die erste Hälfte der Beugung des Oberschenkels gegen das Becken vollendet ist, d. h. wenn der Oberschenkel mit der Verticalen des Rumpfes einen Winkel macht, der spitz genug ist, damit sich der Unterschenkel in Folge seiner eigenen Schwere von selbst gegen den Oberschenkel beugt.

Diese beträchtliche Dehnung der Bänder des Kniegelenkes ist für die Unterextremität eine Ursache der Schwäche beim Stehen und Gehen.

XXII. Die hier eben dargelegten klinischen Thatsachen könnten die Befürchtung erwecken, dass die vom Biceps femoris auf den Unterschenkel bewirkte Drehung nach aussen das Kniegelenk Gefahren aussetzt; aber glücklicher Weise sind die Muskeln, die den Gänsefuss bilden, und der Poplitaeus mächtige Moderatoren dieser Wirkung und leisten ihr Widerstand; der letztere scheint sogar speciell zu diesem Zwecke geschaffen zu sein, denn seine Drehwirkung auf den Unterschenkel nach einwärts ist bedeutend, während er die Beugung des Unterschenkels gegen den Oberschenkel nur schwach besorgt. (s. 394.)

XXIII. Aus der klinischen Beobachtung ist hervorgegangen, dass die Beugemuskeln des Unterschenkels gegen den Oberschenkel active Ligamente sind, ohne welche das Tibio-femoral-Gelenk einen stärkeren Winkel nach vorn bilden würde als im Normalzustande; darin würde eine Ursache der Schwäche beim Stehen und Gehen und ferner der Gefahr für das Kniegelenk und die Gefässe der Kniekehle liegen. (s. 395.)

Drittes Capitel.

Einzelwirkung und Verrichtungen der Muskeln, die den Fuss bewegen.

Allgemeine Betrachtungen.

Es giebt wenige Muskeln, die in der Muskel-Physiologie und folglich auch Pathologie so zahlreiche und bemerkenswerthe Arbeiten veranlasst hätten, wie die den Fuss bewegenden Muskeln.

Zu allererst glaubte ich, dass aus der Anwendung der localen Elektrisation auf das Studium der den Fuss bewegenden Muskeln nur eine kleine Zahl von neuen Thatsachen sich ergeben müssten. Es schien mir, dass die auf die Physiologie der Unterschenkel- und Fussmuskeln anwendbaren Schlussfolgerungen, Folgerungen, die mit

grossem Scharfsinn aus gewissen klinischen Thatsachen gezogen worden waren, nichts zu wünschen übrig liessen; aber hier ebenso wie beim Studium der Functionen der die Hand bewegenden Muskeln (s. Theil I. Capitel IV) lehrte mich bald die elektrische Untersuchung (die lebende Anatomie), dass es noch viel zu thun gab.

Man weiss nämlich seit meinen Untersuchungen, dass das elektrische Experiment genau die Einzelthätigkeit der Muskeln zur Kenntniss bringen kann, dass es auch darüber belehrt, wenn man die Contractionen mehrerer Muskeln künstlich combinirt, wie die Natur normale Bewegungen durch das Hülfsmittel von sogen. synergischen Contractionen erhält; dass die klinische Beobachtung die Thatsachen controlirt, die aus der directen Versuchsweise hervorgehen, und den Grad der Wichtigkeit jedes einzelnen Muskels bei der Muskelsynergie noch besser verstehen lehrt. Man hat ferner gesehen, dass diese Methode der Beobachtung mir erlaubt hat, eine der wichtigsten Functionen zahlreicher Muskeln gut zu studiren, nämlich die durch ihre tonische Kraft geübte Wirkung auf die normale Stellung der Gliedmassen und auf die Bewahrung der natürlichen Beziehungen der Gelenkoberflächen der Knochen. Schliesslich haben mich diese Studien dazu geführt, den bis dahin unbekannten Mechanismus gewisser Verbildungen oder Verunstaltungen der oberen Extremitäten zu erklären.

Dieselbe Beobachtungsmethode wurde nun auf die den Fuss bewegenden Muskeln angewandt, und es hat sich dabei gezeigt, dass der Mechanismus zahlreicher Bewegungen des Fusses und der Zehen mit den Lehren der Physiologie, die im Unterricht herrschen, nicht verstanden werden konnte, und dass in Folge davon der Mechanismus gewisser Entstellungen des Fusses noch zu finden blieb. Wenn ich demgemäss als Beispiele einige Fragen stelle, die ich lösen zu können hoffe: vermittelst welcher Muskelthätigkeit kann das Körpergewicht beim Stehen auf der Fussspitze auf dem vorderen Ende des Innenrandes des vorderen Fussabschnittes aufruhen, auf dem Submetatarsalvorsprung, der eine Art von vorderer Hacke darstellt? Welches ist der wahre Mechanismus der Beugung und Streckung des Fusses gegen den Unterschenkel, der physiologischen Bewegungen der verschiedenen Gelenke des Tarsus und Metatarsus, der pathologischen Bildung des Hohlfusses, der Aufkrämpung der Zehen?

Ich brauche nicht zu sagen, wie sehr die Lösung dieser Fragen die Therapie der Muskelaffectionen des Fusses interessirt, sobald man die Rückkehr der Bewegungen oder der Muskelernährung mit

Hülfe der localen Faradisation hervorrufen, gewisse gymnastische Uebungen rathen, gewisse Muskel- und Sehnendurchschneidungen ausführen, die Muskelthätigkeit bei der Ausführung der functionellen Bewegungen des Fusses gegen den Unterschenkel durch prothetische Mittel ersetzen oder unterstützen will, oder endlich, wenn man pathologische Bewegungen oder Stellungen mit den gewöhnlichen orthopädischen Mitteln zu bekämpfen hat.

Die Untersuchungen, die den Gegenstand dieses Capitels bilden, reichen schon fast 18 Jahre zurück. In diesem Zeitraum habe ich aus dem Gesichtspunkte des Studiums der Functionen eine grosse Zahl von Muskelläsionen des Unterschenkels und des Fusses beobachtet. Parallel damit ging eine Experimentalreihe an den Muskeln im Normalzustande. Der klinischen Thatsachen, aus denen ich die Folgerungen gezogen habe, die in diesem Capitel formulirt werden sollen, bin ich vollkommen sicher, da ich sie lange und bis in's Einzelne beobachtet habe.

In der Darstellung meiner Untersuchungen über die Muskeln, die den Fuss und die Zehen bewegen, werde ich die Methode befolgen, die ich bei der Studie über die Functionen der die Hand, die Schulter, den Oberschenkel und den Unterschenkel bewegenden Muskeln angewandt habe, d. h. ich werde die elektrophysiologischen Thatsachen durch die klinischen Thatsachen controlliren. An anderer Stelle habe ich*) die Schlüsse, die ich daraus gezogen habe, kennen gelehrt, sie beziehen sich auf die Anwendung für die Differentialdiagnose und Behandlung der Muskelaffectionen des Unterschenkels und des Fusses und auf eine besondere Form von Orthopädie, die ich die physiologische Orthopädie genannt habe.

Ausserdem nehme ich mir vor, auch die Studie über die physiologischen partiellen Gelenkbewegungen darzustellen, die der Einzelthätigkeit der den Fuss bewegenden Muskeln eigen sind. Diese Studie ist von einem grossen practischen Interesse, denn ohne die Kenntniss dieser partiellen Gelenkbewegungen ist es schwierig, ja fast unmöglich, den Mechanismus der physiologischen Bewegungen des Fusses und seiner normalen Stellung, sodann aber auch seine pathologischen Bewegungen und Entstellungen in Folge gewisser Muskelläsionen zu verstehen.

*) Electrisation localisée. 2. édition. p. 797.

Erster Artikel

Muskeln, die den Fuss gegen den Unterschenkel strecken.

Der Triceps surae (Gemelli und Soleus) und der Peronaeus longus sind die einzigen Muskeln, die die Bestimmung haben, den Fuss gegen den Unterschenkel zu strecken.

In Bezug auf die beiden Muskeln Flexor longus digitorum communis und Flexor longus hallucis, welche Hülfsmuskeln für die Streckung des Fusses gegen den Unterschenkel zu sein scheinen, beweisen die elektrophysiologische und klinische Beobachtung übereinstimmend, dass ihre physiologische Wirkung auf das Tibiotarsal-Gelenk fast null ist.

Dies wird sich aus den Thatsachen ergeben, die in diesem Capitel entwickelt werden sollen.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

I. Triceps surae. — Ob man seine drei Muskelbäuche gleichzeitig faradisirt (die beiden Gemelli und den Soleus) oder die Reizung auf jeden einzelnen localisirt, so wirkt der Triceps surae auf den Fuss in folgender Weise: 1) Der hintere Fussabschnitt und der äussere Rand seines vorderen Abschnittes strecken sich kräftig; 2) auch die innere Hälfte des vorderen Fussbezirkes folgt der Streckbewegung, aber so schwach, dass der erste Mittelfussknochen dem geringsten Widerstand, der gegen die Streckung geübt wird, nachgiebt; 3) der Fuss rotirt um die Unterschenkelaxe, so dass sich sein vorderes Ende nach innen und die Ferse nach aussen begiebt, gleichzeitig kehrt sich seine Rückenfläche um, so dass sie nach aussen sieht; 4) die Zehen nehmen während der Streckung des Fusses die Form einer Klaue an, d. h. ihre ersten Phalangen erheben sich, während sich ihre letzten Phalangen beugen.

II. Peronaeus longus. — Wenn man die elektrische Erregung auf den Peronaeus longus localisirt, so beobachtet man Folgendes: 1) Der innere Rand des vorderen Fussabschnittes und besonders der Submetatarsal-Vorsprung (der Ballen der grossen Zehe) werden mit grosser Kraft gesenkt (s. A Fig. 62 u. 63) und die

Krümmung der Plantarwölbung nimmt beträchtlich zu (s. B Fig. 62 u. 63, verglichen mit B Fig 64, bei welchem der Bogen normal ist). Der Submetatarsal-Vorsprung befindet sich dann auf einer tieferstehenden Ebene, wie der Theil der Fusssohle, der den anderen Mittelfussknochen entspricht (s. A Fig. 63); 2) während dieser Senkung begiebt sich der Innenrand des Fusses von innen nach aussen; daraus resultirt eine Verkleinerung des Querdurchmessers des vorderen Fussabschnittes, die besonders merklich im Niveau der Köpfchen der Mittelfussknochen ist, (man vergleiche den Querdurchmesser A, C Fig. 65 mit demselben Durchmesser A C Fig. 66, wo er normal ist), und eine Art von Torsionsbewegung des inneren Theiles des vorderen Fussgebietes gegen seinen äusseren Theil; angezeigt wird dieselbe durch die schiefe Richtung der Falten der Fusssohle von innen und hinten nach aussen und vorn (s. die schiefen Falten D Fig. 65 im Vergleich zu den quer gerichteten normalen Falten der Fig. 66). 3) Der Fuss rotirt um die Längsaxe des Unterschenkels, so dass sein vorderes Ende nach aussen geführt wird; gleichzeitig erhebt sich etwas sein äusserer Rand, und sein innerer Knöchel tritt stark hervor (s. Fig. 67 verglichen mit Figur 68, wo die Ruhestellung des Fusses normal ist). *)

B. Bemerkungen.

396. Als ich sah, wie die elektrische Contraction des Triceps surae die Anziehung des Fusses besorgte, und darauf seine Umkehrung nach aussen gleichzeitig mit seiner Streckung, so war mein erster Gedanke, dass zweifellos die inneren Fasern dieses Muskels stärker erregt worden wären und sich daraus eine stärkere Zugwirkung auf den Innenrand der gemeinschaftlichen Sehne ergeben hätte; eine solche Zugwirkung konnte von der Gesammtheit der Bewegungen, die ich so eben beschrieben habe, Rechenschaft geben. Als aber diese Bewegungen auch dann wieder auftraten, als ich nur den Gemellus externus oder nur die äussersten Fasern des Soleus, reizte so

*) Die Figuren, welche die durch Faradisation des Peronaeus longus erhaltenen Bewegungen darstellen, sind genau die gleichen, wie diejenigen, die von der Contractur dieses Muskels gezeichnet worden sind. Um die Bewegungen des Fusses zu zeigen, die ich in meinen Versuchen über den Peronaeus longus erhielt, habe ich mich deshalb der Figuren bedient, die bei der Contractur desselben photographisch angefertigt wurden; ich vermied so eine doppelte Abbildung. Die Figuren sind in die Beobachtung eines Falles von Contractur des Peronaeus longus eingeschaltet worden. (s. S. 342).

verliess ich diese Erklärung; es wurde mir dadurch bewiesen, dass der Triceps surae Strecker und zugleich Anzieher des Fusses ist und ihm gleichzeitig eine Rotationsbewegung nach aussen um seinen äusseren Rand ertheilt.

Den Grund für diese Wirkung kann man sicher nicht in der Richtung der Muskeln finden, sondern in der anatomischen Beschaffenheit der Oberflächen des Astragalo-Calcaneus-Gelenkes; ich behalte mir vor, dies in der Folge darzuthun.

397. Die drei Bäuche des Triceps surae sind augenscheinlich zu einem gemeinsamen Zwecke erschaffen worden; sie setzen den Muskel zusammen, den man richtig Extensor adductorius pedis nennen kann. Nichts scheint mir die anatomischen Eintheilungen zu rechtfertigen, die diese drei Muskelbäuche als verschiedene Muskeln betrachten lassen, denn sie endigen alle in einer Sehne, der Achillessehne, die sie auf die gleiche Weise und zu demselben Zwecke in Thätigkeit zu versetzen haben.

398. Man hat zwar den Gemelli die Eigenschaft zugeschrieben, den Unterschenkel gegen den Oberschenkel zu beugen. Es geht aber aus der directen Untersuchung hervor, dass dieser Einfluss auf die Beugung des Unterschenkels gegen den Oberschenkel äusserst schwach ist im Vergleich zu der Streckwirkung, die sie dem Fusse ertheilen. Es ist mir in Wirklichkeit auch niemals möglich gewesen, diese Beugung zu erzielen, wenn ich auch mit dem stärksten Strome meines Apparates die beiden Muskelbäuche gleichzeitig zur Contraction brachte. Ihre Wirkung erstreckt sich dann immer nur auf den Fuss in der Weise, die oben dargelegt ist. Selbst bei Individuen, deren Fussbewegungen durch eine vorhandene Ankylose des Tibio-tarsal-Gelenkes verhindert waren, habe ich diese Flexionsbewegung vermittels ihrer künstlichen Contraction nicht erhalten können.

399. Es ist übrigens ein grosses Glück, dass die vom Triceps surae ausgeübte Kraft der Beugung des Unterschenkels gegen den Oberschenkel nur sehr schwach ist; denn dieser Muskel hat als Strecker des Fusses in dem Augenblicke zu functioniren, wo die wirklichen Beuger des Unterschenkels gegen den Oberschenkel erschlaffen müssen. Im zweiten Zeitabschnitte des Ganges nämlich werden die drei Segmente der Unterextremität (Ober-, Unterschenkel und Fuss) gegen einander gebeugt. In Folge dessen erschlafft im Augenblicke, wo der Fuss gegen den Unterschenkel gebeugt wird, nothwendiger

Weise sein mächtigster Strecker, der Triceps surae, und kann dann augenscheinlich nicht mitwirken, um den Unterschenkel gegen den Oberschenkel zu beugen.

Man wird ausserdem bemerken, dass nach dem zweiten Zeitabschnitte des Ganges der Fuss, der Unterschenkel und der Oberschenkel sich gegen einander aufrichten, um dem Rumpfe eine Propulsionsbewegung nach vorn zu ertheilen; wenn nun aber der Triceps surae eine Beugewirkung auf den Unterschenkel geübt hätte, so wäre dadurch ein bedauerlicher Antagonismus gegen seine Streckung, die sich bei dieser selben Bewegung vollzieht, entstanden.

400. Dennoch hat es einen nützlichen Zweck, dass die Gemelli sich an die Condylen des Oberschenkelknochens anheften. Diese anatomische Einrichtung erlaubt nämlich dem Triceps femoris, in gewissen Fällen zur Streckung des Fusses gegen den Unterschenkel kräftig mit zu wirken. Wenn z. B. der Unterschenkel und der Fuss nach vorn gebracht und in Beugung sind, wie z. B. wenn man einen Hügel erklettert oder eine Treppe hinansteigt, so contrahiren sich der Triceps femoris und der Triceps surae zur gleichen Zeit; wenn sich dabei der Oberschenkel gegen den Unterschenkel streckt, so übt er eine Zugwirkung auf die Gemelli und verstärkt so die Kraft der Streckung dieser letzteren auf den in Beugestellung befindlichen Fuss.

401. Sobald der Unterschenkel gegen den Oberschenkel gebeugt ist, befinden sich die Gemelli in einem solchen Zustande der Verkürzung wegen ihrer oberen Anheftung an den Condylen des Oberschenkelknochens, dass sie fast ihre ganze Wirkung auf die Streckung des Fusses verlieren. Es war deshalb nöthig, dass einer der Muskelbäuche des Triceps surae die Streckung des Fusses mit derselben Kraft bei Beugung als in Streckstellung des Unterschenkels bewirken konnte; der Soleus ist auf Grund seiner anatomischen Verhältnisse speciell mit dieser Function betraut.

Abgesehen davon wird die Streckung des Fusses auch dann, wenn der Unterschenkel gegen den Oberschenkel gestreckt ist, allemal von dem Soleus allein ausgeführt, wenn sie nicht dazu dient, das Körpergewicht beim Gehen oder beim Stehen auf der Fussspitze zu ertragen. Die Richtigkeit dieser Behauptung kann man leicht an sich selber bewahrheiten.

402. Die eigenthümliche Wirkung des Peronaeus longus war so schlecht bekannt, ehe sie durch den elektromuskulären Versuch

genau festgestellt wurde, der Einfluss, den dieser Muskel auf die Gestalt des Fusses hat, ist so gross, die Rolle, die er beim Gehen, Stehen etc. zu erfüllen hat, ist von so grosser Wichtigkeit, dass es mir nützlich erschienen ist, die durch seine Contraction den verschiedenen Theilen des Fusses ertheilten Bewegungen auf einer hinreichend grossen Zahl von Figuren darzustellen.

Die Figuren 62, 63, 65, 67, welche nach der Natur photographirt und gezeichnet sind, zeigen im Vergleich zum Fusse im normalen Zustande und in der Muskelruhe die Bewegungen, die ich ihn unter dem Einflusse des Peronaeus longus ausführen gesehen habe. Diese Bewegungen sind kurz zusammengefasst folgende: 1) Die Senkung des inneren Randes des vorderen Fussabschnittes, hauptsächlich des Submetatarsal-Vorsprungs (A Fig. 62, 63) und in Folge davon eine Zunahme der Krümmung, die durch die Fusssohlenwölbung gebildet wird (B Fig. 62 und 63); 2) eine Torsionsbewegung des inneren Theiles des vorderen Fussgebietes gegen seinen äusseren Theil, wodurch eine Verringerung des Querdurchmessers des vorderen Fussgebietes bewirkt und den Hautfalten der Fusssohle, die im Normalzustande transversal verlaufen (s. Fig. 66), eine schiefe Richtung von hinten und innen nach vorn und aussen ertheilt wird (s. D. Fig. 65); 3) eine Abductionsbewegung, wodurch die Fussspitze nach aussen geführt und sein äusserer Rand erhoben wird (s. Fig. 67). Endlich bedingt die Contraction des Peronaeus longus das reliefartige Vorspringen der Sehne dieses Muskels hinten und oben vom Malleolus externus (s. F Fig. 63).

403. Zwischen dem Peronaeus longus und dem Triceps surae lässt sich hinsichtlich der Kraft, mit der diese Muskeln den hinteren Fussbezirk und den äusseren Theil des vorderen Fussbezirkes strecken, jedenfalls keine Beziehung feststellen. Die locale Faradisation beweist nämlich, dass der Triceps surae die Streckung dieser Theile des Fusses mit enormer Kraft besorgt. Die Streckung des Fusses im Tibio-tarsal-Gelenk durch den Peronaeus longus wird dagegen erst manifest, wenn man die energischste Contraction veranlasst; die Bewegung ist dabei wenig umfänglich und wird nur äusserst schwach ausgeführt. Ich constatirte nämlich bei diesem Versuche, dass der Fuss einer Flexionsbewegung, die ich ihm ertheilte, keinen Widerstand entgegensetzt. Der wirkliche Strecker des Tibio-tarsal-Gelenkes ist also der Triceps surae, d. h. er drückt einen Theil des Tarsus und des vorderen Fussbezirkes (die vordere Hälfte des Cal-

caneus, das Würfelbein und die beiden letzten Mittelfussknochen) kräftig nach abwärts.

Andererseits geht aus dem elektro-physiologischen Versuche hervor, dass der Triceps surae auf den inneren Theil des vorderen Fussabschnittes fast ohne Wirkung ist, und dass der Peronaeus longus der einzige Muskel ist, der dazu dient, den Submetatarsal-Vorsprung kräftig herab zu drücken und diesen inneren Theil des Fusses mit seinem äusseren Theile fest verbunden zu halten, während der Triceps surae seine kräftige Wirkung als Strecker des Fusses im Tibio-tarsal-Gelenke entfaltet, indem er die Ferse erhebt und den äusseren Theil des vorderen Fussgebietes senkt.

404. Um die grosse Nützlichkeit des Peronaeus longus gut zu verstehen, muss man wissen, dass das Körpergewicht beim aufrechten Stehen hauptsächlich vom Calcaneus (dem hinteren Fussballen) und vom vorderen Ende des ersten Mittelfussknochens getragen wird, welches man mit Recht den vorderen Ballen nennen kann; und dass es zur Zeit, wo der hintere Ballen sich vom Boden abhebt, in gewissen Zeitabschnitten des Ganges, beim Springen, beim Tanzen, fast ganz und gar auf diesem Theil des vorderen Fussabschnittes ruht.

Unter gewissen Umständen, z. B. beim Tänzer, der sich auf der Fussspitze erhält, befindet sich dieser vordere Ballen in der Richtung der imaginären Linie, die die Axe der unteren Extremität darstellt. (s. S. 267, Fig. 60, 61).

Beim aufrechten Stehen wird diese imaginäre Linie in der Gegend des Mittelpunktes des Tibio-tarsal-Gelenkes gebrochen (C Fig. 60), sie setzt sich dann fort, indem sie einen nach vorn offenen Winkel bildet, und geht durch das vordere Ende des ersten Mittelfussknochens (D Fig. 60) hindurch, sie nimmt also eine für die Bewegungen des Tibio-tarsal-Gelenkes günstige Richtung, so dass in einem Zeitpunkte des Ganges, wo der hintere Ballen (D Fig. 61) sich erhebt, der Fuss sich nur mit seinem vorderen inneren Ende, seinem vorderen Ballen, (D Fig. 60), gegen den Boden stützt. Das Körpergewicht ruht dann auf dem Ende der Axe des Gliedes, die bis zum vorderen Ballen verlängert ist. Die enorme Masse des Triceps surae leistet nun aber der Beugung des Fusses im Tibio-tarsal-Gelenke Widerstand, während der Peronaeus longus den vorderen Ballen fest herabgedrückt und gegen den Aussenrand des Fusses fixirt hält.

Wenn aber die Linie vom Mittelpunkte des Gelenkes (C Fig. 60) schief nach aussen abweicht, um ihre Endigung am vorderen Ende des letzten Mittelfussknochens E zu erreichen, so befindet sich diese abgelenkte Linie in der Richtung der Bewegung des Calcaneo-astragalusgelenkes. Daher wird, wenn das Körpergewicht auf den fünften Mittelfussknochen zu ruhen kommt, dieses letztere Gelenk in Bewegung gesetzt, so dass es die Umkehrung des Fusses nach aussen und die Abduction desselben erzeugt. Alsdann ist der Tibialis posticus, der allein dieser Bewegung Widerstand leistet, begreiflicher Weise nicht im Stande, das Gewicht des Körpers zu tragen; — die klinisehe Beobachtung wird dies bald erweisen.

405. Welche ungeheuere Kraft muss der Peronaeus longus besitzen, um den Innenrand des vorderen Fussbezirkes und besonders den Submetatarsal-Vorsprung mit gleicher Kraft zu senken, wie die ist, die der Triceps surae bei der Streckbewegung des Tibio-tarsal-Gelenkes entfaltet, und um das vordere Ende des Innenrandes des Fusses dazu zu befähigen, das Gewicht des Körpers auch dann, wenn er mit einer schweren Last beladen ist, zu ertragen!

Wenn man seine geringe Masse im Vergleich zu der des Triceps surae sieht, so sollte man gewiss nicht glauben, dass er mit solcher Kraft begabt sei. Aber man möge sie erklären können oder nicht, die physiologische Beobachtung beweist, dass er sie unstreitig besitzt.

406. Es war erforderlich, dass die von dem Triceps surae ertheilte Varusbewegung von einem derjenigen Muskeln, die bei der Streckung des Fusses mitwirken, neutralisirt werden konnte. Wie der elektromuskuläre Versuch gezeigt hat, ist der Peronaeus longus speciell für diese wichtige Function bestimmt. Nachdem ich nämlich durch Faradisation des Triceps surae die Streckung des Fusses in Varusstellung — den sogenannten Pes varo-equinus — hervorgerufen hatte, bin ich immer im Stande gewesen, den Fuss in die gerade Streckstellung dadurch zurückzuführen, dass ich mit der Contraction dieses Muskels die des Peronaeus longus combinirte.

Da die Abductionskraft des Peronaeus longus der Adductionswirkung des Triceps surae überlegen ist, so zieht der erstere den Fuss, wenn es nöthig ist, leicht in die Abduction, wenn er gleichzeitig mit dem letzteren in Thätigkeit versetzt wird.

Wie man sieht, ist der Peronaeus longus der nothwendige Hülfsmuskel des Triceps surae, nicht allein weil er die fehlerhaften Seitwärtsbewegungen corrigirt, die dieser dem Fuss ertheilt, sondern

auch weil er der einzige Muskel ist, der die Macht hat, den inneren Theil des vorderen Fussbezirks fest abwärts gedrückt zu halten, während sein äusserer Theil durch den Triceps surae in die Streckung gezogen wird.

Um an die Hauptwirkung des Peronaeus longus zu erinnern, könnte man diesen Muskel Extensor abductorius nennen.

407. Die Einzelcontraction des Triceps surae oder des Peronaeus longus verursacht in secundärer Weise Bewegungen der Zehen. Dafür ist folgendes der Grund: Die normale Stellung der Zehen in der Muskelruhe ist das Resultat des Gleichgewichtes, welches zwischen den tonischen Kräften der sie bewegenden Muskeln besteht. Sobald nun aber der Fuss eine partielle Bewegung ausführt, verändern sich die Gleichgewichtsverhältnisse dieser tonischen Kräfte, und es entstehen bisweilen secundäre Bewegungen, die dem eigentlich gereizten Muskel vollkommen fremd sind; gerade dies ereignet sich, wenn man den Triceps surae oder Peronaeus longus zur Thätigkeit bringt. Während der Streckung des Fusses nehmen die Zehen die Gestalt einer Klaue an in Folge der Verlängerung der Extensores digitorum. Da sich nun aber die Wirkung dieser Muskeln hauptsächlich auf die ersten Phalangen erstreckt, — wie ich in der Folge zeigen werde, — so werden diese erhoben, während die zwei letzten Phalangen durch ihre Flexoren in Beugestellung zurückgehalten werden.

Die Kenntniss dieser secundären Bewegungen, die bei den Einzelcontractionen der Muskeln auftreten, ist von grossem practischen Interesse; mit ihrer Hülfe kann man die secundären Bewegungen verstehen, die in Folge gewisser Contracturen zur Erscheinung kommen, und die man fälschlicher Weise anderen pathologischen Zuständen zuschreiben könnte.

§ II. Pathologische Physiologie.

A. — Bestätigung der vorstehenden elektrophysiologischen Thatsachen durch die Contractur der Mm. triceps surae und peronaeus longus.

408. Die Contracturen der den Fuss bewegenden Muskeln lassen sich für die physiologische Studie verwerthen, die den Gegenstand dieses Capitels bildet. Die primären Contracturen nämlich der den Fuss bewegenden Muskeln, seien sie einfach oder zusammen-

gesetzt, erzeugen genau die Bewegungen und Stellungen, die man bei der localen Faradisation erhält. Die Entstellungen, die mit der Zeit daraus entstehen, (Subluxationen, Knochenverbildungen), sind nur die Folge der krankhaft gesteigerten Wirkung dieser Bewegungen. Man braucht sich also nur an die Beschreibung der Gelenkbewegungen des Tarsus und Metatarsus zu erinnern, die in meinen Versuchen künstlich erzeugt und durch einfache oder combinirte elektromuskuläre Contractionen hervorgerufen wurden, um diese Contracturen wieder zu erkennen und alle möglichen Varietäten derselben vorauszusehen.

So hat man gesehen, dass ich mit Hülfe der Faradisation folgende Stellungen bewirkt oder vollkommen nachgeahmt habe: mit dem Triceps surae den Pes varo-equinus, mit dem Peronaeus longus, den Pes cavo-valgus, (der noch nicht beschrieben ist), mit einer Combination beider Muskeln den directen Pes equinus. In den nächsten Artikeln werde ich zeigen, dass man mit dem Tibialis anticus den Pes talo-varus, mit dem Flexor digitorum longus communis den Pes talo-valgus, mit der Combination der beiden vorstehenden Muskeln den directen Pes talus, mit dem Tibialis posticus den directen Pes varus, mit dem Peronaeus brevis den directen Pes valgus erzeugt u. s. w.

Diese neue Controle meiner elektromuskulären Versuche über die den Fuss bewegenden Muskeln durch ihre Contracturen könnte, wie ich wohl weiss, die Genauigkeit der Thatsachen, die sich aus den Versuchen ergeben, noch besser darthun.

Aber die Darlegung aller dieser klinischen Thatsachen, die ich mit nach der Natur lithographirten Figuren belegt haben würde, würde zu denjenigen, die ich schon kennen gelehrt habe, nichts hinzufügen und mich nöthigen, die Grenzen, die ich mir auferlegt habe, zu überschreiten.

409. Es besteht eine Art von Klumpfuss, den ich Pes cavo-valgus durch Contractur des Peronaeus longus, genannt habe, zum ersten Male beschrieben in einer Denkschrift, die ich 1858 an die Gesellschaft für Chirurgie in Paris gerichtet habe.*) Ihre Entdeckung verdanke ich einer genauen Bekanntschaft mit den dem Peronaeus longus eigenen Bewegungen, Bewegungen, welche durch die locale Faradisation dieses Muskels aufgehellt worden sind.

*) Ueber den Pes plano-valgus durch Lähmung des Peronaeus longus und den Pes cavo-valgus durch Contractur des Peronaeus longus (eine noch nicht beschriebene Art des Hohlfusses).

Weil die Entstellung, die durch die Contractur des Peronaeus longus bedingt wird, auf das eclatanteste die elektrophysiologischen Versuche bestätigt, die ich über diesen Muskel angestellt habe, will ich die objectiven Zeichen dieser Affection hier an Figuren, die nach der Natur photographirt und in Holz geschnitten sind, nachweisen. — Hinsichtlich der vollständigen Beschreibung dieser Affection verweise ich den Leser auf meine Denkschrift oder den Abdruck davon, den ich in der zweiten Auflage meines Buches über die locale Elektrisation, S. 100, gebracht habe. — Ich werde mich darauf beschränken, eine der hauptsächlichsten Beobachtungen aus meiner Arbeit über die Contractur des Peronaeus im Auszug mitzutheilen, weil die besondere Entstellung, die durch diese isolirte Muskelwirkung erzeugt wird, sich darin in allen ihren Erscheinungen zeigt.

410. Pes cavo-valgus durch Contractur des Peronaeus longus. — Im Mai 1857 wurde ein Mädchen, E. Dickmann, im Alter von 9 Jahren, von leichten choreaartigen Bewegungen der

Fig. 62. Fig. 63.

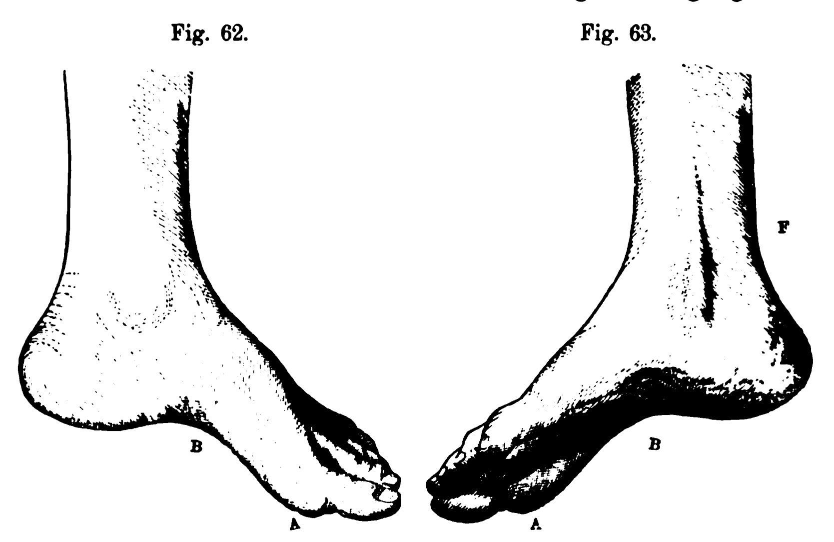
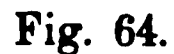


Fig. 62 stellt die Innenseite des Fusses vor und ist dazu bestimmt, die Senkung des Submetatarsal-Vorsprungs A und die Verstärkung der Fusssohlenwölbung B in Folge der Contractur des Peronaeus longus zu zeigen.

Fig. 63. Aussenseite des Fusses, dazu bestimmt, das Vorspringen der Sehne des Peronaeus longus F in Folge der Contractur dieses Muskels zu zeigen und zu beweisen, dass sich der Submetatarsal-Vorsprung A in Folge seiner Senkung auf einer tieferen Ebene befindet als die übrige Fusssohle, und dass der Bogen der Fusssohlenwölbung B zugenommen hat.

linken Seite befallen. Sie wurde durch Gymnastik davon geheilt, aber bald begann ihr Fuss von seiner Richtung abzuweichen und sich nach aussen zu kehren. Sie wurde mir durch Hrn. Bouvier im Mai 1858 zugewiesen, und ich konnte bei ihr das Bestehen eines Pes cavo-valgus durch Contractur des Peronaeus longus nachweisen, wovon folgendes die Hauptkennzeichen waren:

1) Die Fusssohlenwölbung B Fig. 62 u. 63 war bei weitem ausgesprochener, wie die Sohlenwölbung der gesunden Seite B Fig. 64, in


Fig. 64.



Folge einer Senkung der verschiedenen Knochenstücke, die den Innenrand des vorderen Fussabschnittes bilden. Der Querdurchmesser des vorderen Fussabschnittes A C hatte in der Gegend der Metatarsusköpfe um $^1/_2$ cm. abgenommen und eine Torsionsbewegung gegen den hinteren Fussabschnitt erfahren; man sah an seiner Fusssohlenansicht Haut-

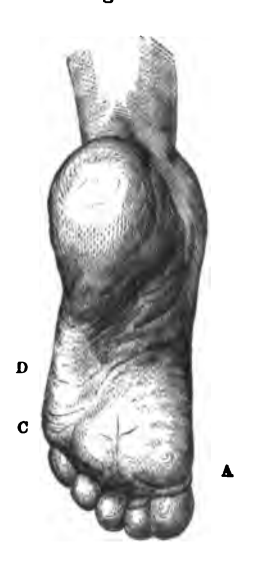
---

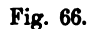
Die Fig. 62, 63, 65, 67 stellen den linken Fuss eines Individuums, dessen Peronaeus longus seit mehr als einem Jahre contracturirt war, in mehreren Ansichten dar. Sie sind nach seinem Gypsabgusse photographirt und nach den Photographieen gezeichnet.

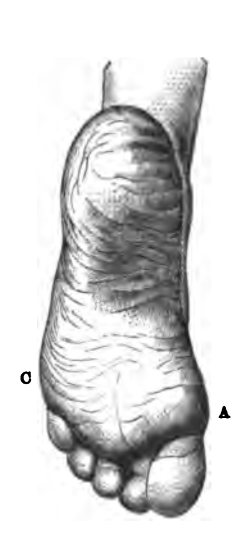
Fig. 64. Derselbe Fuss, von seiner Aussenseite gesehen, im Normalzustande nach der Behandlung.

falten D Fig. 65, die schief von innen und hinten nach aussen und vorn verliefen. Der Fuss war um seinen Innenrand nach aussen umgekehrt. (s. Fig. 67 verglichen mit Fig. 68.)

Fig. 65.




Fig. 66.



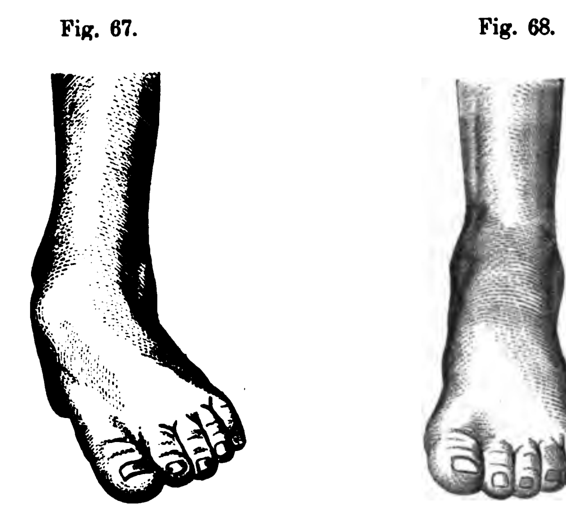
Während der Fuss aufgehoben und in Muskelruhe war, stand das vordere Ende des äusseren Randes des vorderen Fussbezirkes um $3^1/_4$—4 cm. höher als der Submetatarsal-Vorsprung (s. Fig. 63). Die Ferse stand nicht mehr in der Axe des Unterschenkels, sondern hatte eine schiefe Richtung von oben und innen nach unten und aussen. Die Fig. 63 zeigt, dass die Sehne des Peronaeus longus F oberhalb des Malleolus externus hervorsprang. Endlich gestattete die fehlende Spannung des Peronaeus brevis hinter seiner Anheftungsstelle am letzten Mittelfussknochen die Diagnose auf eine isolirte Contractur des Peronaeus longus.

Fig. 65. Plantaransicht des schon im Profil in Fig. 62 u. 63 abgebildeten Fusses, bestimmt, die Verkleinerung des Transversaldurchmessers A C des vorderen Fussbezirks, die Torsion dieses Fussbezirks gegen den hinteren Fussabschnitt und die schiefen Falten D zu zeigen, die sich unter dem Einfluss der Contractur des Peronaeus longus an der Fussohle bilden.

Fig. 66. Plantaransicht desselben Fusses im Normalzustande, d. h. nach Verschwinden der Contractur des Peronaeus longus — mit Figur 64 zu vergleichen.

Das Gehen, langes Stehen und selbst das Springen riefen keinen Schmerz hervor, und derselbe wurde nur gefühlt, wenn man den Fuss in seine normale Stellung zurückbringen wollte. Diesen Reductionsbemühungen widersetzte sich übrigens der Peronaeus longus.

Fig. 67. Fig. 68.



Ich dachte in diesem Falle meine Methode der elektrischen Behandlung zu versuchen, faradisirte also den Muskel, der der Antagonist des contracturirten Muskels ist. In einigen Sitzungen war die Contractur des Peronaeus longus verschwunden, die Krümmung der Fusssohlenwölbung hatte abgenommen, und dennoch hatte der Fuss seine Valgusstellung beibehalten. Ich war deshalb sicher, dass der Widerstand gegen diese Reduction nur von der Fascienverkürzung kam, die sich hatte bilden müssen, während der Fuss in der fehlerhaften Stellung geblieben war; daher zerriss ich sie gewaltsam, indem ich mich in der dem Valgus entgegengesetzten Richtung gegen den Fuss stemmte, und die Reduction geschah sofort. Diese sehr schmerzhafte Reduction wurde durch einen einfachen Verband fixirt. Nachdem sie 8 oder 10 Tage sich ruhig verhalten und diesen Verband beibehalten hatte, war die E. Dickmann vollkommen geheilt.

Fig. 67. Derselbe Fuss, der von anderen Seiten in Fig. 62, 63, 64 abgebildet ist, dazu bestimmt, die Valgusbewegung zu zeigen, die ihm durch die Contractur des Peronaeus longus ertheilt wird.

Fig. 68. Derselbe Fuss, Vorderansicht, im Normalzustande nach Verschwinden der Contractur des Peronaeus longus — zu vergleichen mit Fig. 67.

Man sieht an dieser klinischen Beobachtung, dass die Contractur des Peronaeus longus nothwendiger Weise eine übermässige Steigerung der Fusssohlenwölbung und gleichzeitig den Valgus erzeugt, was übrigens der elektrophysiologische Versuch schon dargethan hatte.

411. Man erlaube mir im Vorbeigehen darauf aufmerksam zu machen, dass dieser Pes valgus, obwohl sehr ausgesprochen und seit 2 Jahren bestehend, niemals jene Schmerzen nach vorn vom Malleolus externus hervorgerufen hat, die man beim Pes plano-valgus bald beobachten wird; dass sie sogar nicht die leichteste Störung beim Gehen verursacht hat. Diese Thatsache beweist, glaube ich, dass jene Schmerzen, die in der Gegend des vorderen und äusseren Theiles des unteren Astragalusgelenkes sitzen, nicht durch den Valgus bedingt sind, sondern weit mehr durch die Quetschung gewisser Punkte der Gelenkoberflächen dieses unteren Astragalusgelenkes, auf welches das ganze Gewicht des Körpers beim Stehen drückt, was ich bei der Studie über den schmerzhaften Pes plano-valgus zu erklären haben werde. Diese Quetschung kann nun aber beim Pes cavo-valgus durch Contractur des Peronaeus longus nicht stattfinden, denn da dabei der Fuss auf normalen Punkten (dem Ballen oder Submetatarsal-Vorsprunge) aufruht, so üben das Körpergewicht und der Widerstand des Fussbodens ihre Wirkung hauptsächlich auf das Tibio-tarsalgelenk.

Man muss indessen nicht glauben, dass der Pes cavo-valgus durch Contractur des Peronaeus longus immer schmerzlos ist. Herr Bouvier liess mich einen Fall der Art beobachten, wobei die Abduction so stark war, dass der Fuss hauptsächlich auf der inneren Seite des Kahnbeines aufruhte und die Haut an dieser Stelle gegen Druck sehr schmerzhaft geworden war; dadurch wurde das Individuum verhindert, aufrecht zu stehen oder zu gehen. In zwei anderen Fällen habe ich notirt, dass Schmerzen rheumatischer Natur (arthralgische) bestanden, die mir die Ursache der reflectorisch bedingten Contractur zu sein schienen und beim Gehen noch zunahmen.

412. Da ich diese Studie der pathologischen Physiologie, die durch die Contractur des Peronaeus longus dargeboten wird, so sehr wie möglich abzukürzen wünsche, werde ich die anderen Beobachtungen, die der so eben berichteten analog sind, nicht mittheilen. Folgendes sind im Auszuge die Hauptsymptome, die ich in allen diesen Fällen beobachtet habe, und die den Pes cavo-valgus durch Contractur des Peronaeus longus charakterisiren: 1) Herabdrückung des Submetatarsal-Vorsprungs und Zunahme der Fusssohlenwölbung (s. A. Fig.

62 und 63). 2) Abnahme des Querdurchmessers des vorderen Fussbezirkes in der Gegend der Metatarsusköpfe (s. C A Fig. 65) und Torsion des vorderen Fussabschnittes gegen den hinteren Abschnitt, eine schiefe Faltenbildung an der Plantarfläche bedingend (s. D Fig. 65); 3) Valgusbewegung im Calcaneo-astragalusgelenke (s. Fig. 67); 4) Hervortreten der Sehne des Peronaeus longus über dem Malleolus externus. (s. Fig. 63 F).

B. — Störungen der willkürlichen Bewegung in Folge von Lähmung oder Atrophie des Triceps surae.

413. Die normale Kraft der Streckung des Fusses gegen den Unterschenkel ist gross genug, um den Körper und die mehr oder weniger schweren Lasten, mit denen er beladen ist, zu tragen. Das Vorschreiten hat normaler Weise nur statt, wenn diese Streckkraft dem Körpergewicht mindestens gleichkommt. Durch die folgende Thatsache wird diese Behauptung bewiesen.

In Folge einer Neuritis des Ischiadicus an einer Unterextremität bei einem ungefähr 60jährigen Individuum, (sie war mit Unrecht als eine Neuralgie betrachtet worden), habe ich Gelegenheit gehabt, eine beträchtliche Abschwächung der Streckung des Fusses auf dieser Seite zu beobachten; mit meinem Dynamometer gemessen, betrug die Kraft dieser Streckung kaum 22 klg., während die Streckkraft des Fusses auf der gesunden Seite mehr als 100 klg. betrug. Ich constatirte, dass die Gemelli atrophisch waren und auf den elektrischen Reiz nicht mehr antworteten. Der Soleus war mir unversehrt erschienen, denn er besass gänzlich sein Volumen und seine elektrische Erregbarkeit. Der Kranke hatte nicht die Kraft, sich auf die Fussspitze des befallenen Gliedes zu erheben und hinkte auf dieser Seite, obgleich er seit langem keinen Schmerz mehr in diesem Gliede empfand.

Jedermann begreift, dass in diesem Falle ein Mann von ziemlich grosser Korpulenz nicht mit einer Kraft von nur 22 klg. das Gewicht seines Körpers auf die Fussspitze heben konnte. Auch das Hinken erklärte sich durch die unzureichende Kraft der Streckbewegungen des Fusses im Tibio-tarsalgelenk. Bekanntlich nämlich giebt es beim Vorschreiten einen Zeitpunkt, wo, während der Körper auf einer der unteren Gliedmassen aufruht, der Fuss von der Ferse bis zur Spitze vom Erdboden abgehoben wird, und wo dann die Muskeln, die die Streckung des Fusses bewirken, das Gewicht des Körpers tragen und nach vorn treiben müssen.

Die vorstehende klinische Beobachtung beweist ausserdem die grosse Nützlichkeit oder die Nothwendigkeit der Mitwirkung der Gemelli beim Gehen und ferner, dass der Soleus zur Streckung des Fusses bei Ausübung dieser Function nicht zu genügen im Stande ist.

414. Die vollkommene Atrophie der drei Bäuche des Triceps surae (der Gemelli und des Soleus) hat mir erlaubt, die dem Peronaeus longus eigenen Bewegungen bei der willkürlichen Streckung des Fusses zu studieren und zu constatiren, dass sie denen ähnlich waren, die durch die Faradisation des Muskels erzeugt werden.

So hatte ein Individuum in Folge von atrophischer Lähmung der Kindheit auf einer Seite von allen seinen den Fuss bewegenden Muskeln nur den Peronaeus longus und den Extensor hallucis functionsfähig behalten. Die willkürliche Streckung des Fusses gegen den Unterschenkel war wenig umfänglich und sehr schwach; hatte er nämlich seinen Unterschenkel in horizontale Lage gebracht, und wurde sein Fuss im rechten Winkel gegen den Unterschenkel unterstützt gehalten, so konnte er seinem Fusse durch den Willen nur eine wenig umfängliche Streckbewegung ertheilen, und ich constatirte, dass er der Beugebewegung, die ich ausübte, keinen merklichen Widerstand entgegensetzen konnte. Bei diesen Anstrengungen den Fuss zu strecken führte dieser eine sehr ausgesprochene Valgusbewegung aus, d. h. der Aussenrand des Fusses wurde erhoben und seine Spitze begab sich nach aussen; wenn ich aber seinen Fuss in meiner Hand hielt und dieser Bewegung Widerstand leistete, so fühlte ich, dass sie nicht mit Kraft geschah.

415. Die Valgusbewegung ist die Hauptwirkung, die man bis auf meine Untersuchungen dem Peronaeus longus zugeschrieben hat. In Betracht der Schwäche, mit der er bei meinem Kranken die Bewegung besorgte, und in Betracht auch seiner geringen Wirkung auf die Streckung des Fusses würde ich die enorme Kraft nicht geahnt haben, die er normaler Weise auf die Senkung des Innenrandes des vorderen Fussabschnittes und des Ballens der grossen Zehe ausübt. In der That wurde der Submetatarsal-Vorsprung, wenn ich den äusseren Rand des vorderen Fussbezirkes fest unterstützt hielt, im Augenblicke, wo er eine Anstrengung den Fuss zu strecken machte, mit solcher Kraft herabgedrückt, dass ich es nicht verhindern konnte.

Was hat sich bei diesem letzteren Versuche begeben? Dadurch, dass ich mit Hülfe meiner Hand den Aussenrand seines Fusses

fixirte, ersetzte ich die Wirkung seines atrophirten Triceps surae, des Muskels, welcher, wie im Vorstehenden demonstrirt worden ist, diese Partie energisch herabdrückt. Indem ich auf diese Weise der im Winkel wirkenden Thätigkeit des Peronaeus longus einen festen Stützpunkt verschaffte, konnte der Muskel den Innenrand seines vorderen Fussbezirkes mit solcher Kraft herabdrücken, wie man gesehen hat.

Dieselben Erscheinungen habe ich in allen anderen analogen pathologischen Fällen beobachtet, ich konnte also daraus schliessen, dass der Peronaeus longus den inneren Rand des vorderen Fussbezirkes und besonders den Submetatarsal-Vorsprung mit grosser Kraft senkt; damit wird eine schon durch die Elektrophysiologie demonstrirte Thatsache bestätigt, nämlich, dass diess die Hauptfunction ist, die er während der Streckung des Fusses gegen den Unterschenkel zu erfüllen hat.

416. Von der Form, die der Fusssohle und dem Fussrücken durch den Peronaeus longus ertheilt wird, kann man sich keine richtige Vorstellung machen, ohne sie bei Individuen gesehen zu haben, die den Muskel isolirt contrahiren, wie bei dem Kranken, über dessen Muskelläsion ich soeben berichtet habe (s. 414). Ich habe gesagt, dass sich in diesem Falle der Innenrand des vorderen Fussbezirkes senkt, dass in Folge dieser Senkung die Fusssohlenwölbung zunimmt und der Submetatarsal-Vorsprung sich unterhalb des Kopfes des zweiten Mittelfussknochens gestellt findet. Aber dieser innere Rand des vorderen Fussbezirkes führt auch eine Oppositionsbewegung aus und daraus resultirt eine Art von Torsion oder Einkrämpung des vorderen Fussbezirkes, in Folge deren sein Querdurchmesser sich verringert, während sich seine Sohlenfläche aushöhlt und seine Rückenfläche in querer Richtung rundet.

Der Mechanismus dieser Verringerung des Querdurchmessers des vorderen Fussbezirkes und der Formveränderung der Sohlen- und Rückenfläche des Fusses erklärt sich durch die Gelenkbewegungen der Keilbeinknochen und der Mittelfussknochen, die durch die Contraction des Peronaeus longus herbeigeführt werden und in der Folge aus einander gesetzt werden sollen.

C. — Veränderungen der Gestalt des Fusses in Folge von Lähmung oder Atrophie des Triceps surae.

417. Während der Muskelruhe hält die tonische Kraft des Triceps surae und des Peronaeus longus den Fuss in einem leichten

Grade der Streckung. Die klinische Beobachtung lehrt kennen, wie wichtig es für die Erhaltung der normalen Form des Fusses ist, dass die tonische Kraft seiner Strecker gleichzeitig und in gleicher Weise auf die erste Reihe der Fusswurzelknochen und auf den vorderen Fussbezirk sich geltend macht.

Wenn demnach in Folge von Atrophie des Triceps surae der Peronaeus longus das einzige Agens der Streckung des Fusses wird, (ich behalte mir vor, in der Folge nachzuweisen, dass der Flexor digitorum physiologischer Weise keine Wirkung auf die Streckung des Fusses übt), so sucht die Senkung, in welche die tonische Kraft des Peronaeus in der Muskelruhe den ersten Mittelfussknochen, das erste Keilbein und das Kahnbein gegen den Astragalus zieht, sich unaufhörlich zu steigern und die Fusswölbung zu verstärken. Der vordere Fussabschnitt verbiegt sich nämlich zuerst in seiner inneren Hälfte, dann windet er sich gegen seine äussere Hälfte, indem er dieselben Verunstaltungen bewahrt, die ich oben beschrieben habe und die sich bei der isolirten Contraction des Peronaeus longus herausstellen. Andererseits sind der Calcaneus und Astragalus weit davon entfernt, der Streckung des vorderen Fussbezirkes zu folgen, sie führen vielmehr gradweise eine entgegengesetzte Bewegung aus, d. h. die Ferse senkt sich, was die Höhlung des Fusses noch vermehrt; endlich kommt ein Zeitpunkt, wo der Calcaneus die pathologische Stellung des Pes talus annimmt.

Mit einem Worte, die Ferse, die nicht mehr durch den Triceps surae zurückgehalten wurde, hat sich gesenkt, während der innere Rand des vorderen Fussbezirkes, der unter dem Einflussse des Peronaeus longus steht, sich im entgegengesetzten Sinne geneigt und der inneren Hälfte des vorderen Fussbezirkes eine Torsionsbewegung nach aussen gegen seine äussere Hälfte ertheilt hat. Ich habe diese Art des Pes talus Pes talo-valgus mit Torsion nach aussen genannt. Der Mechanismus dieser Varietät des Hohlfusses ist äusserst einfach, sobald man die partiellen Gelenkbewegungen, welche von dem Peronaeus longus und Triceps surae bewirkt werden, recht genau kennt. — Diese Gelenkbewegungen werden im fünften Artikel dieses Capitels besprochen werden.

Man darf diesen Pes talo-valgus mit Torsion nach aussen nicht mit einer Art des talo-valgus mit Torsion nach innen verwechseln, die durch die isolirte Action des Flexor longus digitorum verursacht wird, noch mit einem anderen, Pes talo-valgus in gerader Richtung, der durch die gleichzeitige Wirkung des Peronaeus longus

und des Flexor longus digitorum erzeugt wird. Diese drei Arten des Hohlfusses, die man beim Pes talus beobachtet, bilden sich in gleicher Weise bei der Equinusstellung. — Es ist hier nicht der Ort, den Mechanismus aller dieser Hohlfüsse zu erklären; ich werde darauf zurückkommen, wenn ich die Beugebewegungen des Fusses gegen den Unterschenkel und die Bewegungen der Zehen behandeln werde.

418. Die continuirliche Inflexion des vorderen Fussbezirkes gegen den hinteren versetzt gewisse Muskeln der Fusssohle in einen Zustand der Verkürzung (den Musculus abductor hallucis und Flexor brevis digitorum), was im Verlauf der Zeit ihre Retraction bedingt; diese Retraction ist also secundär, ebenso wie die der Aponeurosis plantaris.

Trotzdem hat man bis jetzt immer noch die Wirkung für die Ursache genommen, denn man hat die Art des Hohlfusses, die hier in Frage kommt, immer der primären Retraction dieser Muskeln zugeschrieben. Den Beweis für das, was ich behaupte, kann man in der klinischen Beobachtung schöpfen. So habe ich 1) schon in einer ziemlich grossen Reihe von Fällen das vollständige Fehlen der Muskeln des Fusses durch die elektrische Untersuchung bei Kindern constatirt, die trotzdem diesen Hohlfuss darboten, und hatte ihn unter der Einwirkung der von mir angegebenen Ursachen so zu sagen entstehen sehen. 2) Ich habe diese Varietät des Hohlfusses niemals an Individuen beobachtet, deren Peronaeus longus gelähmt oder atrophirt war. 3) Es giebt keinen Muskel an der Fusssohle, der das Vermögen hätte, diese pathologische Bewegung hervorzubringen (dies zu beweisen behalte ich mir vor, wenn ich von den die Zehen bewegenden Muskeln handeln werde).

Werden die klinischen Thatsachen und Erwägungen, die im Vorstehenden entwickelt wurden, zusammengefasst, so zeigen sie, wie die tonischen Kräfte des Musculus triceps surae und peronaeus longus sich das Gleichgewicht halten, um der Fusssohle ihre normale Gestalt zu bewahren, und es stellen sich die Veränderungen heraus, die dieselbe durch den Wegfall der Mitwirkung des Peronaeus longus erleidet.

D. — Störungen der Bewegungen in Folge von Lähmung des Peronaeus longus.

419. Wie das Fehlen des Triceps surae so eben die Schwäche der vom Peronaeus longus auf den hinteren Fussbezirk und auf den Aussenrand des vorderen Fussbezirkes geübten Streckbewegung an

den Tag gebracht hat, so lässt in gleicher Weise die Lähmung des Peronaeus longus die kräftige Wirkung des Triceps surae auf dieselben Theile des Fusses hervortreten.

Dennoch, trotz dieser enormen Kraft des Triceps surae, reicht die Lähmung des Peronaeus longus hin, um grosse Störungen beim Gehen und Stehen zu verursachen, Störungen, welche die aus dem elektrophysiologischen Versuche gefolgerten Thatsachen schon ahnen lassen.

Um die grosse Nützlichkeit des Peronaeus longus zu erweisen, will ich mit einigen Einzelheiten die hauptsächlichen Functionsstörungen aus einander setzen, die ich bei einem Individuum beobachtet habe, das seiner Mitwirkung beraubt war.

Im August 1855 hatte Herr Prof. Laugier die Güte, einen Kranken in meine Beobachtung zu weisen, der in seine Abtheilung im Hôtel Dieu eingetreten war, um sich wegen einiger sehr schmerzhafter Schwielen auf dem äusseren Rande der Sohle des rechten Fusses, die ihn am Gehen hinderten, behandeln zu lassen. Seit fast einem Jahre konnte er keinen langen Marsch machen, ohne zu ermüden und Schmerzen und Taubheitsgefühl in der Fusssohle zu empfinden. Dieser Zustand hatte mehr und mehr zugenommen und ihn endlich verhindert, zu gehen und sich beim aufrechten Stehen längere Zeit auf den Unterschenkel der kranken Seite zu stützen. Erst seit einigen Monaten hatten sich die schmerzhaften Schwielen an der Fusssohle eingestellt, und er war dadurch gezwungen worden, ins Hospital zu gehen. — Als ich ihn beobachtete, bot er folgende Symptome: Er gab an, nirgends eine Schwäche am Unterschenkel oder Fusse zu empfinden; auf den ersten Anblick hätte man schwerlich das Bestehen der geringsten Lähmung vermuthen können. Er beugte nämlich den Fuss mit Kraft bald in gerader Richtung, bald mit gleichzeitigen Seitwärtsbewegungen, was die Intactheit des Tibialis anticus und des Extensor digitorum communis, wie ich später zeigen werde, bewies; war der Fuss zum rechten Winkel gebeugt, so führte er die directen Anziehungs- oder Abziehungsbewegungen entsprechend dem Peronaeus brevis oder Tibialis posticus frei aus; er streckte den Fuss mit grosser Gewalt, und man sah dabei, dass diese Bewegung im Tibio-tarsal-Gelenke vorging; man fühlte die Achillessehne sich energisch anspannen. Augenscheinlich war sein Triceps surae gesund; sobald man aber der Streckung seines Fusses Widerstand zu leisten suchte, indem man die Hand abwechselnd an das vordere Ende des fünften oder des ersten Mittelfussknochens legte, so fühlte man, dass der

innere Rand seines vorderen Fussabschnittes dem geringsten von unten nach oben wirkenden Widerstande nachgab, während der fünfte Mittelfussknochen die entgegenwirkende Hand mit grosser Energie zurückstiess.

An diesen Symptomen, die sich, wie man gesehen hat, bei der localen Faradisation des Triceps surae genau wiederholen, erkennt man den Ausfall der Wirkung oder mit anderen Worten die Lähmung des Peronaeus longus. Der folgende Versuch bewies die Richtigkeit dieser Diagnose: Zur Zeit, wo der erste Mittelfussknochen bei der willkürlich von dem Kranken ausgeführten Streckung des Fusses dem ihm entgegengesetzten Widerstande von unten nach oben so leicht nachgab, faradisirte ich seinen Peronaeus longus, dessen Contractilität normal war, und sofort sah man seinen ersten Mittelfussknochen sich senken und energisch die Hand zurückstossen, die in entgegengesetzter Richtung auf ihn wirkte. — Während seiner willkürlichen Streckung wurde der kranke Fuss in Adduction gebracht, und seine Fusssohlenfläche sah nach innen; sobald ich aber der Willensanstrengungen die Mitwirkung der künstlichen Contraction des Peronaeus longus hinzufügte, so streckte sich der Fuss in toto entweder in gerader Richtung oder sogar unter einer Abductionsbewegung, wenn ich die Stärke des Inductionsstromes vermehrte. (Man wird sich erinnern, dass ich vorher dadurch, dass ich den Triceps surae isolirt zur Contraction brachte, die pathologische Bewegung, die während der willkürlichen Streckung des Fusses beschrieben wurde, nachgeahmt habe, und dass ich die Streckung des Fusses in gerader Richtung erhalten habe, als ich den Triceps surae und Peronaeus longus zugleich reizte).

Ich komme jetzt zu den Functionsstörungen, die bei diesem Kranken durch die Lähmung des Peronaeus longus verursacht wurden. Die Fusssohlenwölbung war fast vollkommen verschwunden, so dass beim aufrechten Stehen der Fuss platt auf dem Boden ruhte, und sein Innenrand in seiner ganzen Länge mit ihm in Berührung war; der Fuss hatte endlich dieselbe Stellung, wie beim Pes valgus, d. h. er schien nur auf seinem Innenrande aufzuruhen und stand in Abduction, obgleich in Wirklichkeit der erste Mittelfussknochen nicht fest gegen den Boden gepresst werden konnte; sobald aber die Streckung des Fusses sich vollzog, wenn sich z. B. beim Gehen der Fuss von der Ferse nach der Spitze vom Boden abwickeln musste, oder wenn sich der Kranke auf der Fussspitze erhalten wollte, so ruhte der Fuss nur noch mit seinem äusseren Rande auf dem Boden auf, und der Kopf des ersten Mittelfussknochens blieb um 1 — 2 c

höher stehen trotz der willkürlichen Bemühungen des Individuums ihn zu senken; man sah dann nur, dass die grosse Zehe, an welcher nach unten und innen eine Schwiele bestand, sich stark beugte. Bei dieser Stellung des Fusses verspürte der Kranke lebhafte Schmerzen in der Gegend des äusseren Fussrandes, wo die Schwielen waren. Er sagte mir ausserdem, dass er sich schon vor dem Erscheinen dieser Schwielen schwach auf dem Unterschenkel gefühlt, dass er auf ihm nicht so gut hatte stehen können, wie auf dem der gesunden Seite, und nach einem längeren Marsche Müdigkeit, Taubheitsgefühl in der Fusssohle und einen Schmerz nach vorn und innen von dem Malleolus externus empfunden hatte.

In einem der Fälle von Lähmung des Peronaeus longus, die ich in meiner Abhandlung für das Archiv berichtet habe, habe ich die Störungen beobachtet, welche durch diese locale Lähmung beim Reiten herbeigeführt werden. Es war nämlich dem Reiter, der mit dieser Affection behaftet war, unmöglich, seinen Fuss fest im Steigbügel zu halten, und ebenso, seinem Pferde die Sporen zu geben. Man braucht sich nur an die Functionen dieses Muskels zu erinnern, um diese Functionsstörungen zu erklären.

Um mich möglichst kurz zu fassen, werde ich die anderen Fälle von Lähmung oder Atrophie des Peronaeus longus, die ich in ziemlich grosser Zahl bei Kindern wie bei Erwachsenen beobachtet habe, nicht mittheilen, ich resumire nur, dass sie die Gesammtheit der im Vorstehenden aus einander gesetzten functionellen Störungen darboten, nämlich 1) die Umkehrung des Fusses um seinen Innenrand bei der willkürlichen Streckung, 2) die Abflachung der Fusssohlenwölbung, 3) die Unmöglichkeit den Ballen der grossen Zehe fest gegen den Boden zu pressen und sich auf dem kranken Fusse fest im Gleichgewichte zu halten, 4) nach einem etwas längeren Marsch Müdigkeit und selbst Schmerz in der Fusssohle nach vorn und innen vom Maleolus externus, 5) endlich schmerzhafte Schwielen, die sich mit Länge der Zeit auf dem äusseren Rande der Fusssohle, besonders in der Gegend der Köpfchen der beiden letzten Mittelfussknochen und nach unten und innen von der ersten Phalanx der grossen Zehe entwickeln.

Die Mehrzahl dieser pathologischen Erscheinungen sind nur eine Bestätigung der Thatsachen, die durch die elektrophysiologische Versuchsweise demonstrirt worden sind; die einen geben für die anderen wechselseitig die Erklärung. Es kommt jetzt darauf an, ihre Bedeutung unter physiologischem Gesichtspunkte klar zu legen.

420. Woher also kommt die Schwierigkeit, sich auf der Fussspitze stehend zu erhalten, sobald man der Mitwirkung des Peronaeus longus beraubt ist? Sicher ist es nicht die Kraft der Streckung der beiden letzten Mittelfussknochen, auf denen dann der Fuss aufruht, an welcher es fehlt, denn diese beiden Knochen werden durch die Zugwirkung des Triceps surae mit dem Calcaneus, mit dem sie durch das Ligamentum calcaneo-cuboïdeum inferius fest verbunden sind, kräftig gestreckt. Dagegen beim Stehen auf der Fussspitze, beim Gehen, Laufen und Springen muss das Fussende, um das Körpergewicht zu tragen, nothwendigerweise den Submetatarsal-Vorsprung, der so zum vorderen Ballen wird, kräftig gegen den Boden drücken, sobald der hintere Ballen (der Calcaneus) sich davon abgehoben hat.

Jeder Druck nämlich, der von unten nach oben auf den Grosszehenballen geübt wird, wirkt nur auf das Tibio-tarsal-Gelenk und bringt es zur Beugung; nun hat aber die Natur den Triceps surae, einen der kräftigsten von allen Muskeln, beim Stehen auf der Fussspitze den Kräften, die diese Beugung zu bewerkstelligen streben, nämlich dem Körpergewichte einerseits und dem Widerstande des Bodens andererseits, entgegengesetzt. Wenn es aber in Folge der Lähmung des Peronaeus longus dazu kommt, dass beim Gehen, beim Aufrechtstehen auf der Fussspitze u. s. w. der Ballen der grossen Zehe zur Zeit, wo die Streckbewegung im Tibio-tarsal-Gelenk geschieht, nicht mehr gesenkt werden kann, wenn es dazu kommt, sage ich, dass sich das Fussende dabei nur mit seinem Aussenrande gegen den Boden stützen kann, so setzt der gegen diesen Aussenrand der vorderen Fussabtheilung von unten nach oben geübte Druck weit kräftiger das Calcaneo-astragalus-Gelenk in Bewegung, als das Tibio-tarsal-Gelenk, so dass der Fuss bestrebt ist, sich nach aussen umzukehren und die Form und Stellung des Valgus annimmt. Freilich setzt dann das Individuum dieser pathologischen Bewegung instinctiv die Thätigkeit seines Tibialis posticus entgegen. Da aber dieser Muskel nicht kräftig genug ist, um das Körpergewicht lange zu ertragen, so kann er es nicht verhindern, dass sich bald der Fuss im Calcaneo-astragalus-Gelenk nach aussen dreht. Daher eine gewisse Schwierigkeit, sich auf der Fussspitze aufrecht zu erhalten, daher auch die grosse Müdigkeit und selbst die Schmerzen, die in diesem Falle in der Gegend der Gelenke der hinteren Fussabtheilung beim Gehen und Stehen empfunden werden.

421. Ein Wort der Erklärung über die Ursache dieser letzteren Schmerzen und über die reflectorischen Contracturen einiger benachbarter Muskeln, die dadurch bedingt werden. Während dieser

Drehbewegung, die unter den Umständen, die ich so eben zur Kenntniss gebracht habe, dem Calcaneo-astragalusgelenk ertheilt wird, so ohne dass der Tibialis posticus im Stande wäre, sich ihr wirksam zu widersetzen, stemmt sich der vordere Rand der hinteren Gelenkfacette des Astragalus kräftig gegen die dreieckige Grube, die an der oberen Fläche des Calcaneus das vordere Ende der Rinne bildet, welche dazu dient, das Ligamentum interosseum in sich aufzunehmen. Daraus folgt eine gewisse Quetschung der Gewebe (des Ligamentum interosseum, des Nerven u. s. w.), die sich zwischen diesen Knochenoberflächen befinden. Durch diese Quetschung der Articulatio calcaneo-astragalea, die von dem Körpergewichte einerseits und von dem Widerstande des Bodens andererseits bedingt ist, werden auf die Länge jene lebhaften Schmerzen hervorgerufen, die nach vorn und unterhalb des Malleolus externus sitzen und nach dem Gehen und Stehen stärker werden oder wiederkehren.

Diese Reizung des Calcaneo-astragalus-Gelenkes veranlasst durch eine Art von Reflexwirkung fast immer gleichzeitig die Contractur einiger Muskeln (des Extensor communis digitorum und des Peronaeus brevis). Die Richtigkeit dieser Erklärung scheint mir dadurch bewiesen zu werden, dass jene Schmerzen verschwinden, sobald der Peronaeus longus unter dem Einflusse der localen Faradisation seine Thätigkeit wiedergewinnt. Da die Individuen alsdann das Vermögen besitzen ihren Grosszehenballen stark gegen den Boden zu drücken, so macht sich der Widerstand des Bodens beim Gehen oder Stehen entweder gegen das Calcaneo-astragalusgelenk weniger fühlbar, oder er wirkt nur noch auf das Tibio-tarsalgelenk.

422. Einige Physiologen haben gelehrt, dass beim Stehen oder Gehen das vordere Ende des Fusses beim Menschen ebenso sehr, wenn nicht mehr, mittels seines äusseren Randes sich auf den Boden stützt, wie mittels seines Innenrandes. Wie man gesehen hat, ertheilt ihnen die Pathologie ein eclatantes Dementi, denn sie zeigt die beträchtlichen Functionsstörungen, die die unvermeidliche Folge des Unvermögens sind, beim Gehen und Stehen den Grosszehenballen fest gegen den Boden zu stemmen.

Diese physiologische Frage konnte nur durch die klinische Beobachtung gelöst werden, der ich hier einen so grossen Platz einräume. Sie ist von solcher Wichtigkeit, dass ich die vorliegende physiologische Studie unter den beiden folgenden Unterparagraphen E und F noch fortsetzen will.

E. Entstellung des Fusses in Folge von Schwäche oder Lähmung des Peronaeus longus.

423. In Folge der Abschwächung oder des Verlustes der tonischen Kraft des Peronaeus longus gleicht sich die Wölbung des Fusses mehr oder weniger aus, und man sieht sogar mit der Zeit einen Plattfuss entstehen. Bei den Individuen, von denen so eben die Rede gewesen ist, hatte die Wölbung des Fusses, der seinen Peronaeus longus verloren hatte, beträchtlich abgenommen. Ich habe den Plattfuss, so zu sagen, unter meinen Augen entstehen sehen bei Kindern, deren Peronaeus longus durch die atrophische Lähmung der Kindheit zerstört worden war.

Aus der klinischen Beobachtung geht also ebenso wie aus der elektrophysiologischen Versuchsanstellung hervor, dass der Peronaeus longus der einzige Muskel ist, der das vordere Ende des ersten Mittelfussknochens in eine tiefere Ebene gesenkt erhält wie die des zweiten Mittelfussknochens, vor welchen er sich placirt. Man begreift daher, dass in Folge Verlustes dieses Muskels der erste Mittelfussknochen durch die tonische Kraft seines Antagonisten, des Tibialis anticus nach und nach nach oben gezogen wird, und dass die Fusssohlenwölbung endlich zum Verschwinden kommt: auf diese Weise bildet sich der erworbene Plattfuss.

Diese Verbildung der Fusssohlenwölbung, welche die Bestimmung hat, die Plantarnerven zu beschützen, ist sehr störend; denn da sich der Fuss unter diesen Bedingungen beim Stehen und Gehen platt gegen den Boden legt, so verursacht die unvermeidliche Compression dieser Nerven gewöhnlich Taubheitsgefühl, Ameisenkriechen und das Gefühl der Ermüdung.

424. Ferner geräth der Fuss in Folge der Lähmung des Peronaeus longus zunehmend in die Stellung des Pes valgus. Beim ersten Anblick scheint diese Thatsache mit dem, was man über die Entstehungsweise der durch Lähmungen bedingten Klumpfüsse weiss, im Widerspruch. Wie oft hat man mir eingeworfen, dass die Lähmung des Peronaeus longus, da er ein Abzieher des Fusses sei, ganz das entgegengesetzte, nämlich einen Pes varus hervorrufen müsste. Es ist auch wirklich gezeigt worden, dass in diesem Falle in Folge der überwiegenden Wirkung des Tibialis anticus in der vorderen Hälfte des Fusses während der Muskelruhe die Varusstellung stattfindet, und dass sie sich noch steigert, d. h., dass auch das ganze hintere Fussgebiet die Varusstellung annimmt, während

der willkürlichen Streckung des Fusses durch isolirte Contraction des Triceps surae.

Aber die Valgusstellung bei der Lähmung des Peronaeus longus ist secundär; sie wird beim Stehen und Gehen durch den Druck des Bodens gegen den äusseren Rand des Fusses mechanisch bedingt, indem dieser Druck die Gelenkfacetten des Calcaneus auf denen des Astragalus gleiten macht, so dass der Fuss sich um seinen inneren Rand umkehrt. Diese Umkehrung des Fusses ist nothwendiger Weise von einer Abductionsbewegung desselben und dem Heraustreten des Malleolus internus begleitet. Die Entstehungsweise dieser Art von Valgus ist äusserst leicht zu erklären, da der Nachweis geführt worden ist, dass in diesem Falle der äussere Rand des Fusses, auf dem beim Stehen der Körper aufruht, sich nach aussen von der imaginären Axe der Unterextremität befindet. Der Mechanismus dieser pathologischen Erscheinung ist im Vorhergehenden (s. 420) ausführlich dargelegt worden.

425. Ich habe noch einige Worte über die Wölbung mit nach unten gerichteter Convexität, die man bei gewissen alten Plattfüssen findet, zu sagen.

Das einzige Ligament, das den Tarsus mit dem Metatarsus an der Fusssohlenfläche sehr fest vereinigt, ist das Ligamentum calcaneo-cuboïdeum inferius, das stärkste aller Ligamente. Dieses Ligament verbindet aber nur den Calcaneus, das Os cuboïdeum und die beiden letzten Mittelfussknochen unter einander, während die anderen nach innen von ihm gelegenen Ligamente der Plantarfläche, welche vom Tarsus zum Metatarsus gehen, vergleichsweise sehr schwach und unfähig sind, das Körpergewicht lange Zeit zu tragen, ohne dass sie nachgeben und sich verlängern.

Diesem Mangel an Bandfestigkeit zwischen der hinteren Fussabtheilung und dem inneren Rande des vorderen Fussgebietes hilft in glücklicher Weise der Peronaeus longus ab, welcher in Wirklichkeit das active Ligament dieser Gegend darstellt. Sobald aber dieser Muskel gelähmt, oder seine Thätigkeit geschwächt ist, und in Folge davon der vordere Fussbezirk nur vermittelst seines äusseren Randes fest gegen den Boden gedrückt werden kann, ist der Widerstand des Ligamentum calcaneo-cuboïdeum inferius das Einzige, was das ganze Körpergewicht trägt. Die Festigkeit dieses Ligamentes erlaubt ihm im Allgemeinen, diese Last zu tragen. Nichts desto weniger kann man es nachgeben und mit der Zeit sich verlängern sehen, wenn eine gewisse Schlaffheit der Bänder besteht. Alsdann beschreibt die Plantarfläche einen

Bogen mit nach unten gerichteter Convexität, der progressiv zunimmt. Die Erschlaffung des Ligamentum calcaneo-cuboïdeum inferius ist also die secundäre Wirkung und nicht, wie man gelehrt hat, die Ursache des Plattfusses.

In ihrer Gesammtheit beweisen diese klinischen Thatsachen, dass der Peronaeus longus als actives Ligament den Submetatarsal-Vorsprung, wenn er das Körpergewicht tragen muss, fester und sicherer in seiner Lage erhält wie das Ligamentum calcaneo-cuboïdeum inferius, das stärkste aller Ligamente, welches diese Last dennoch nicht lange tragen kann, ohne dass es der Gefahr ausgesetzt ist, sich mit der Zeit dehnen zu lassen.

426. Die Kenntniss des Mechanismus des erworbenen Pes plano-valgus durch mangelnde oder zu schwache Wirkung des Peronaeus longus führte mich bald auf die Vermuthung, dass dieselbe Muskelläsion, wenn nicht die einzige Ursache, mindestens die Hauptursache des congenitalen Pes plano-valgus sein müsste.

Man erinnere sich, dass die Stellung oder Gestalt der Glieder zum grossen Theil von dem Gleichgewichte abhängt, welches zwischen den tonischen Kräften der Muskeln, die sie bewegen, herrscht. Nun wird aber die elektrische Versuchsweise bald, (im nächsten Artikel,) zeigen, dass der Tibialis anticus den Innenrand des vorderen Fussgebietes genau in entgegengesetzter Richtung wie der Peronaeus longus bewegt, und dass sich seine erste Wirkung auf die Plantarwölbung geltend macht. Man wird sehen, wie ich auf diese Weise ganz nach meinem Willen aus dem gewölbtesten Fusse einen mehr oder weniger platten Fuss, oder bei einem Individuum, dessen Plantarwölbung sehr wenig ausgesprochen ist, einen mehr oder weniger hohlen Fuss machen werde, dadurch, dass ich vermittelst der faradischen Erregung gradweise die Contraction des Tibialis anticus oder die des Peronaeus longus verstärke.

Da dieser vollkommene Antagonismus zwischen den beiden vorstehenden Muskeln hinsichtlich der Wirkung, die sie auf die Plantarwölbung ausüben, einmal sicher festgestellt war, so war es nur rationell zu vermuthen, dass die Krümmung dieser Wölbung in geradem oder umgekehrtem Verhältniss zu der überwiegenden Thätigkeit des einen oder anderen dieser Muskeln stehen müsse.

Diese nur auf einem Schlusse beruhende Ansicht ist heute durch eine lange klinische Beobachtung bestätigt. Ich habe nämlich festgestellt, dass bei den meisten Fällen von congenitalem Pes plano-valgus, die ich Gelegenheit hatte zu untersuchen, der Peronaeus

longus mehr oder weniger abgeschwächt oder atrophisch war im Vergleich zum Tibialis anticus. In diesem Falle ist der Plattfuss primär, d. h., die Kinder werden mit einem Plattfuss geboren, der während des Intra-uterin-lebens direct durch das Uebergewicht des Tibialis anticus erzeugt worden ist; die Valgusstellung entwickelt sich dann secundär, wenn die Kinder zu laufen anfangen, weil der vordere Fussbezirk sich mehr auf seinen äusseren Rand stützt und deshalb beim Stehen und Gehen auf das Calcaneo-astragalusgelenk unaufhörlich so eingewirkt wird, dass es sich in einer Weise bewegt, die zur Umkehrung des Fusses um seinen Innenrand führt. — Auf den Mechanismus dieses angeborenen Pes valgus brauche ich nicht zurückzukommen, er ist derselbe, wie der oben schon auseinandergesetzte des erworbenen Pes plano-valgus.

Kurz zusammengefasst erweisen diese klinischen Thatsachen die Wichtigkeit der Rolle, welche die tonische Kraft des Peronaeus longus hinsichtlich der normalen Form der Plantarwölbung spielt.

F. Demonstration der Einzelwirkung und der Verrichtungen des Peronaeus longus durch therapeutische Thatsachen.

427. Das physiologische Problem, das den Hauptgegenstand dieses Artikels bildet, nämlich die Function des Peronaeus longus hat ein so grosses Interesse für das Gehen, Stehen und die Gestaltung des Fusses, dass ich es für nützlich halte, hier einige therapeutische Thatsachen zu berichten, wodurch die Demonstration dieses Problems, welches indessen durch das Zusammenwirken der elektromuskulären Versuchsmethode mit der pathologischen Beobachtung schon zum grossen Theil gelöst ist, vervollständigt wird; ich will sie wegen ihrer Wichtigkeit in dieser physiologischen Frage hier anführen.

Schmerzhafter Pes plano-valgus in Folge von Lähmung des Peronaeus longus. — Heilung durch Faradisation dieses Muskels. — Die 18jährige Marie Paule empfand bei langem Stehen oder Gehen Schmerzen in der Gegend der äusseren und vorderen Hälfte der Gelenkverbindung des linken Fusses mit dem Unterschenkel. Ausserdem kehrte sich ihr Fuss um seinen inneren Rand um, und die Fussspitze war nach aussen gekehrt. Als sie mir im September 1854 von Herrn Bouvier zugewiesen wurde, trug sie seit mehreren Monaten einen orthopädischen Apparat, der ihren Zustand aber nicht verbesserte.

Die hauptsächlichen Erscheinungen, welche diesen Klumpfuss charakterisirten, waren damals folgende: vollständiges Fehlen der Fusssohlenwölbung; Umkehrung des Fusses nach aussen und erhebliches Vorspringen des Malleolus internus; Convexität des Innenrandes des Fusses mit einem Vorsprung in der Gegend des Kahnbeines. Es bestanden Schwielen aussen und vorn vom vorderen Fussabschnitt, innen und unten von der ersten Phalanx der grossen Zehe, während in der Gegend des Submetatarsal - Vorsprunges die Haut vollkommen glatt war. Die Extensoren der Zehen und der Peronaeus brevis waren contracturirt. Unter dem Einflusse der Faradisation contrahirte sich der linke Peronaeus longus nur sehr schwach, während der gleiche Strom rechts diesen Muskel energisch in Thätigkeit versetzte und die Krümmung der Fusssohlenwölbung noch steigerte.

Am 7. September begann ich die Behandlung durch locale Faradisation des Peronaeus longus. Von diesem Augenblicke ab befahl ich den orthopädischen Apparat nicht mehr zu tragen. In einigen Tagen verschwanden die Schmerzen. Nach 12 Sitzungen contrahirte sich der linke Peronaeus longus energisch und senkte den Innenrand des vorderen Fussabschnittes erheblich. Während der Muskelruhe begann sich die Fusssohlenwölbung merklich abzuzeichnen. Diese Besserung nahm unter dem Einflusse der Faradisation mehr und mehr zu, indessen blieb der Fuss umgekehrt.

Die Hauptursache für das Fortbestehen dieses Valgus schienen mir Adhärenzen oder ein gewisser Grad von Verkürzung der Ligamente zu sein; daher verfuhr ich unmittelbar in folgender Weise. Während die innere Fläche des Unterschenkels auf einer festen Unterlage aufruhte, übte ich auf die Rücken- und äussere Fläche des Fusses mit zunehmender Kraft einen starken Druck in entgegengesetzter Richtung zu der Valgusstellung. In kurzer Zeit wurde der Fuss in Adductionsstellung gebracht. Diese Reduction, die sehr schmerzhaft war, wurde so lange wie möglich unterhalten, so lange die Kranke nicht durch ihre Arbeit verhindert wurde. Schliesslich, nach etwa 60 faradischen Sitzungen, die in ziemlich weiten Zwischenräumen angewendet wurden, war die Heilung vollständig, und sie hat sich bis auf diesen Tag erhalten (1866). Die Fusssohlenwölbung hat ihre normale Krümmung wieder gewonnen; die abnormen Schwielen sind verschwunden, während die Epidermis in der Gegend des vorderen Endes der zwei ersten Mittelfussknochen hart und dick geworden ist.

428. Die vorstehende therapeutische Beobachtung (eine von denen, auf die die Faradisation mit vollem Recht am meisten stolz sein kann, da man wesentlich der Anwendung derselben die Kenntniss des Mechanismus des Plattfusses, die dabei zu erfüllende therapeutische Indication und oft die Heilung dieses Gebrechens zu verdanken hat), diese Beobachtung, sage ich, beweist auf die vollkommenste Weise die Richtigkeit der Theorie, die ich im Vorhergehenden über den Mechanismus des Plattfusses und über die functionellen Störungen, die er beim Stehen und Gehen verursacht, entwickelt habe.

Ich hatte nämlich den Plattfuss und das Unvermögen oder die Schwierigkeit, den Grosszehenballen kraftvoll zu senken, und die daraus folgende Nothwendigkeit, dass sich der äussere untere Rand des vorderen Fussgebietes beim Stehen und Gehen auf den Boden stützte, auf die Lähmung oder Schwäche des Peronaeus longus zurückgeführt. Ich sagte, dass in Folge dieses falschen Angriffspunktes der unterstützenden Basis das Körpergewicht einerseits, der Widerstand des Bodens andererseits auf das Calcaneo-astragalusgelenk in einer fehlerhaften Weise gewirkt und veranlasst hatten, dass dieses sich in der Richtung der Abduction bewegte, was die Valgusstellung zur secundären Folge gehabt hatte; dass daraus ein schmerzhafter Druck auf gewisse Punkte der Gelenkoberflächen des Astragalus und Calcaneus hervorgegangen war. Ich glaubte, dass diese Schmerzen in der Folge durch Reflexthätigkeit Muskelcontracturen hervorgerufen oder unterhalten hatten, was den Valgus noch verschlimmerte; endlich schienen mir die abnormen Schwielen durch die falschen Druckstellen gegen den Boden bedingt zu sein.

Wenn es nun aber richtig war, dass diese functionellen Störungen die Folge einer Lähmung des Peronaeus longus waren, so musste die Heilung dieser Lähmung für sich allein sie zum Verschwinden bringen, und dies hat sich in der That in dem Falle, dessen Berichterstattung ich soeben gegeben habe, ereignet.

429. Man hat ohne Zweifel bemerkt, dass der glückliche Einfluss der progressiven Kraftzunahme des Peronaeus longus sich rasch durch das Verschwinden der Schmerzen, durch die Rückkehr der Fusssohlenwölbung u. s. w. angekündigt hat, obgleich die Valgusstellung noch durch alte Adhärenzen unterhalten wurde. Der Grund davon war, dass alsdann der Fuss, Dank der zurückgekehrten Kraft des Peronaeus longus, beim Stehen und Gehen auf dem Submetatarsal-Vorsprunge, diesem vorderen Pfeiler des Plantargewölbes, aufruhen konnte,

und daher das Körpergewicht und der Widerstand des Bodens hauptsächlich auf das Tibio-tarsalgelenk wirkten und nicht mehr eine Quetschung der Gewebe bedingten, welche zwischen den Oberflächen des unteren Astragalusgelenkes und den correspondirenden Oberflächen des Calcaneus liegen, wie wenn der Fuss sich auf seinen Aussenrand stützt. Man hat gesehen, dass dann einige Reductions-Handgriffe genügten, um die Adhärenzen oder ligamentösen Retractionen, die den Valgus unterhielten, zu zerstören. Wenn endlich der Valgus nicht mehr wiedergekehrt ist, obgleich die Kranke keinen Apparat trug und fortfuhr zu gehen, so ist das darin begründet, dass die hauptsächliche veranlassende Ursache dieser Valgusstellung, das Stehen auf dem Aussenrande des Fusses, nicht mehr bestand.

430. Das einzige therapeutische Mittel, das den Chirurgen bis auf diesen Tag vorgeschwebt hat, war die Reduction der Valgusstelstellung durch Durchschneidung der retrahirten Muskeln, oder gewisse Manipulationen, wenn nur Contracturen oder ligamentöse Widerstände vorhanden waren. So sehr ich die Nützlichkeit oder die Nothwendigkeit anerkenne, früher oder später diese Intervention der Chirurgie in Anspruch zu nehmen, so zeigt doch die therapeutische Beobachtung, die ich soeben berichtet habe, dass diese Formentstellung des Fusses nicht die hauptsächliche Krankheit oder Läsion ist, die man vor allem bekämpfen muss; ich füge hinzu, dass man auch dann, wenn man diese secundäre Läsion besiegt hat, nur wenig vorwärts gekommen ist. Es folgt eine Beobachtung, die die Wahrheit dieser Thatsache noch besser wie die vorhergehende beweist.

Schmerzhafter Pes plano-valgus von 2jähriger Dauer in Folge von Lähmung des Peronaeus longus, — nicht geheilt durch die Tenotomie, — geheilt durch locale Faradisation. — Der 17jährige Jean Cottereau verspürte seit 1856 Taubheitsgefühl im linken Fuss; später kamen Schmerzen, die durch das Stehen und Gehen hervorgerufen wurden, in der Gelenkverbindung des Unterschenkels mit dem Fusse hinzu. Gleichzeitig kehrte sich der Fuss nach aussen.

Im September 1858 trat er in das Hospital der Klinik ein. Die Valgusstellung schien verursacht durch eine Contractur des Extensor communis digitorum und des Peronaeus longus. Indessen diagnosticirte ich bei sorgfältiger Untersuchung, dass nur der Peronaeus brevis und der Extensor digitorum communis contracturirt, und dass der Peronaeus longus im Gegentheil gelähmt war.

In Folge dessen führte Herr A. Richard, der damals die Abtheilung Nélatons versah, nach der Anweisung, die ich ihm gegeben hatte, die Durchschneidung des Peronaeus brevis nahe seiner Anheftungsstelle am fünften Mittelfussknochen und der Sehne des Extensor communis digitorum aus. Der Fuss wurde darauf nach Reduction der Valgusstellung in einem Apparate festgestellt. Am 20. November 1858 ging der Kranke, von seinem Valgus geheilt, heraus.

Trotz der Tenotomie und der Reduction seiner Valgusstellung hatte Cottereau noch andauernde Schmerzen beim Stehen nnd Gehen, und 6 Wochen nach dem Verlassen des Hospitals hatte sein Fuss noch die Stellung und Form des Plattfusses (s. Fig. 69.) Zu dieser Zeit contrahirte sich der linke Peronaeus longus kaum unter dem Einflusse eines starken faradischen Stromes, während seine Contraction auf der entgegengesetzten Seite sehr energisch war; ferner war der Fuss auf der linken Seite platt geblieben, und die subphalangeale Schwiele der grossen Zehe war noch immer ebenfalls vorhanden.

Fig. 69.



Ich faradisirte daher den gelähmten Peronaeus longus. In etwa 15 Sitzungen sind die Schmerzen fast verschwunden, der Valgus ist nicht mehr wieder gekehrt, und die Plantarwölbung hat angefangen sich abzuzeichnen. Endlich nach $2^1/_2$ Monaten faradischer Behandlung war die Heilung so vollständig wie möglich. Heute ist die Plantarwölbung (s. Fig. 70) sehr ausgesprochen und die Subphalangealschwiele der grossen Zehe vollständig verschwunden, während eine normale Schwiele sich in der Gegend des Submetatarsalvorsprunges des vorderen Ballens entwickelt hat.

431. Es ist nicht nothwendiger Weise jeder Plattfuss auch schmerzhaft. Einen bemerkenswerthen Fall der Art beobachte ich

---

Fig. 69. Plattfuss, dessen Valgusstellung durch Tenotomie des Peronaeus brevis und des Extensor digitorum communis reducirt ist. Beim Gehen und Stehen nahm er die Stellung des Valgus ein und wurde schmerzhaft, wie vor der Operation. Dieser Plattfuss ist die Folge einer erworbenen Lähmung des Peronaeus longus.

augenblicklich bei einem alten Sergeanten der Chasseurs zu Fuss, einen ausgezeichneten Fussgänger, welcher angeborene Plattfüsse in Valgusstellung mit unterer Convexität hat und trotzdem während seiner Feldzüge in Afrika im Stande gewesen ist, sehr lange Märsche zu machen, ohne jemals Schmerzen in den Füssen zu empfinden. — Man kennt übrigens Negerracen, die sich durch ihre Plattfüsse auszeichnen und nichts desto weniger gute Fussgänger sind.



Fig. 70.



Auf folgende Weise erklärt sich in diesen Fällen von höchstgradigen Plattfüssen in Valgusstellung das Fehlen der Schmerzen. Im Vorhergehenden habe ich gezeigt, dass jeder Plattfuss, dessen Aetiologie oder Entstehungsweise auf Muskelaction beruht, bedingt wird durch die überwiegende tonische Kraft des Tibialis anticus, der, wie man später sehen wird, die Plantarwölbung dabei zerstört. Aber eine solche überwiegende tonische Kraft des Tibialis anticus kann auch durch die excessive Entwickelung dieses Muskels verursacht sein, während der Peronaeus longus die normale Kraft besitzt. Unter diesen Umständen kann trotz des Plattfusses in Valgusstellung, der die nothwendige Folge der übermässigen tonischen Wirkung des Tibialis anticus ist, der Submetatarsal-Vorsprung durch den Peronaeus longus beim Gehen noch kräftig genug gesenkt werden, um das Körpergewicht zu tragen, welches dann nicht mehr vollständig auf dem Aussenrande der vorderen Fussabtheilung ruht, wie es der Fall ist, wenn der Muskel zu schwach oder gelähmt ist.

Gerade dies ist auch bei dem Unterofficier, von dem so eben die Rede gewesen ist, eingetroffen, denn ich constatirte, dass trotz der übermässigen Entwickelung und Verkürzung seines Tibialis anticus — was offenbar die Ursache seines angeborenen Plattfusses gewesen war — ich constatirte, sage ich, dass sich sein Peronaeus longus unter dem Einflusse der Faradisation kräftig zusammenzog

Fig. 70. Derselbe Fuss, wie in Fig. 69, nachdem seine Plantarwölbung durch Heilung der Lähmung des Peronaeus longus vermittels der Faradisation wieder hergestellt worden ist. Da der Submetatarsal-Vorsprung (der vordere Ballen) beim Stehen und Gehen kräftig gesenkt werden konnte, so ist der Valgus nicht wiedergekehrt, und die Schmerzen sind verschwunden.

und beim Gehen oder Stehen auf den Fussspitzen den Submetatarsal-Vorsprung kräftig genug gegen den Boden gedrückt hielt, dass derselbe zum grossen Theil das Körpergewicht tragen konnte.

432. Die therapeutischen Thatsachen, die ich gesammelt habe, beweisen die Richtigkeit dieser Erklärung. Ein Individuum, das mit angeborenen Plattfüssen in Valgusstellung des höchsten Grades behaftet war, hatte vor dem Alter von 34 Jahren niemals die dem Pes plano-valgus eigenthümlichen Schmerzen empfunden, obwohl er schwer arbeitete und oft ermüdende Gänge zu machen hatte. Aber nach übertrieben langen Gängen empfand er endlich einige Wochen lang die dem Pes plano-valgus eigenthümlichen Schmerzen, die so sehr zunahmen, dass sie ihm nicht mehr erlaubten, einige Minuten aufrecht auf den Füssen zu bleiben; als er sich mir vorstellte, hatte er seit 6 Monaten seine Stelle verlassen müssen. Er konnte nicht gehen, ohne zu hinken und lebhafte Schmerzen vor dem Malleolus externus und unter dem Malleolus internus mit schmerzhaftem Taubheitsgefühl der Sohle zu empfinden; seine Füsse waren schmerzhafte Plattfüsse wie bei dem vorhergehenden Falle.

Es war der erste Fall von angeborenem schmerzhaften Plattfuss, der meine Behandlung beanspruchte. Konnte es nicht möglich sein, dass diese dem Pes plano-valgus eigenthümlichen Schmerzen, die sich erst seit einigen Monaten gezeigt hatten, die Folge einer neu hinzugekommenen Schwäche des Peronaeus longus war? Diese Idee wurde mir durch die Vergleichung eingegeben, die ich zwischen diesem angeborenen schmerzhaften Pes plano-valgus und dem erworbenen Pes plano-valgus anstellte.

Wenn diese Anschauungsweise begründet war, so war auch die Faradisation des Peronaeus longus im Stande, indem sie seine Kraft restituirte, die durch das Stehen und Gehen hervorgerufenen Schmerzen zum Verschwinden zu bringen. Bei dem Individuum, von dem die Rede ist, habe ich dieses Experiment angestellt. Nach der ersten Sitzung war der durch das aufrechte Stehen und Gehen bedingte Schmerz schon merklich geringer geworden; in etwa 12 Sitzungen war die Heilung vollständig. Seitdem hat der Patient ohne Schmerz und ohne Ermüdung gehen können; er hat mir dies ein Jahr später mitgetheilt, als er meine Behandlung wegen einer Neuralgia ischiadica in Anspruch nahm, von der er befallen worden war.

Diesen therapeutischen Versuch habe ich sehr oft wiederholt und ich erkläre, dass es keinen angeborenen Plattfuss in Valgusstellung in Folge von Schwäche oder Lähmung des Peronaeus longus

giebt, bei dem ich nicht den dieser Fussbildung eigenthümlichen durch das Stehen oder Gehen hervorgerufenen Schmerz unter dem Einflusse der Faradisation des Peronaeus longus rasch verschwinden gesehen hätte. Die Kranken haben dann bemerkt, dass sie das innere und vordere Ende des vorderen Fussabschnittes besser gegen den Boden stemmen konnten.

Aus den vorangehenden Thatsachen kam ich zu dem Schlusse, dass die Hauptfunction des Peronaeus longus darin besteht, den Submetatarsal-Vorsprung fest gesenkt zu erhalten, so dass sich der Körper auf diese gewissermassen vordere Hacke beim Gehen stützen kann.

433. Dass diese physiologischen Principien bis auf diesen Tag verkannt worden sind, ist daran Schuld, dass die chirurgische Behandlung einer grossen Zahl von schmerzhaften Plattfüssen in Valgusstellung so übel geleitet worden ist. So hat man zu dem Zwecke, den Valgns zurückzuführen, die Tenotomie des Peronaeus longus und brevis ausgeführt, ohne dadurch die Heilung zu erreichen, denn es war vor allem nöthig, wie ich dargethan habe, dass man dem Peronaeus longus eine genügende Kraft gab oder wieder verschaffte.

Ich habe diesen wichtigen Satz in einer Discussion entwickelt, die ich mit Bonnet (in Lyon) hatte, der ihn in seinen klinischen Vorlesungen bekämpft hatte.*)

434. Unbestreitbar schützt die Plantarwölbung die Nerven, die Gefässe und selbst die Sehnen, die an der Innenseite der Plantarfläche des Fusses absteigen, beim Gehen und Stehen gegen die Compression, die durch den Widerstand des Bodens und das Körpergewicht ausgeübt wird. Aber man hat ihr in dieser Hinsicht eine zu grosse Wichtigkeit beigemessen.

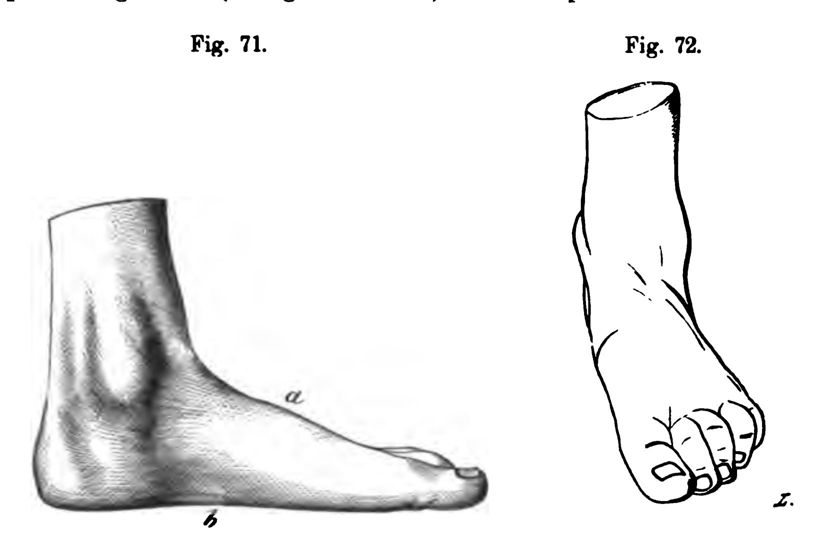
Zur Stütze dieser Behauptung will ich zeigen, dass man vergeblich gehofft hat, bei jungen Leuten angeborene Plattfüsse dadurch zu heilen oder zu bessern, dass man ihnen mit Hülfe mechanischer Mittel eine Plantarwölbung herstellte.

---

*) Widerlegung der Einwürfe Bonnets (aus Lyon) gegen die physiologischen Principien, die in dieser Arbeit dargelegt sind, Electrisation localisée 1. édit. S. 813. (3. édit. p. 994). — Ueber den schmerzhaften Pes plano-valgus. Aus der chirurgischen Klinik von Bonnet (in Lyon) von Dr. Delore, früherem Abtheilungsarzte der chirurg. Klinik (Bulletin de thérapeutique méd. et chir. T. CIV. p. 480 et 535.)

Im Jahre 1862 wurde ich gerufen, um meinen Rath über gewisse functionelle Störungen zu ertheilen, an denen ein junges Mädchen beim Gehen litt. Wenn sie sich aufrecht hielt oder ging, so nahmen ihre Füsse die äusserst charakteristische Stellung und Form des Pes plano-valgus an (s. Fig 71 und 72). Sie empfand bald auch ein

Fig. 71. Fig. 72.



Taubheitsgefühl der Fusssohle, Müdigkeit und Schmerzen in der Gegend des Malleolus externus und nach vorn davon, besonders, wenn der Marsch etwas zu lange dauerte. Sobald jedoch ihre Füsse nicht mehr den Boden berührten und der Ruhe oder dem Eigengewichte überlassen waren, so verloren sie ihre Valgusstellung (s. Fig. 74), und der Bogen der Plantarwölbung erschien normal (s. Fig. 73 b).

Nun ja, diese Plantarwölbung war ein Artefact. Das junge Mädchen hatte in Wirklichkeit einen angeborenen Plattfuss gehabt, der so ausgesprochen war, wie in Fig. 71. Mein Freund Bouvier aber hatte sie Sandalen tragen lassen, deren Sohlen eine Krümmung mit oberer Convexität in der Gegend, die dem Orte der normalen Tarso-metatarsalwölbung entsprach, besassen, und so lange diese Sandale fest am Fusse befestigt war, wurde vermittels eines an der Sandale befestigten Riemens ein Druck auf das Phalangealende der beiden

Fig. 71 u. 72. Linker Fuss eines jungen Mädchens, welcher beim Aufrechtstehen und beim Gehen platt wird (Fig. 71) und in Valgusstellung geräth (Fig. 72). — Der Peronaeus longus war an diesem Fusse sehr schwach.

ersten Mittelfussknochen von oben nach unten ausgeübt. Auf diese Weise hatte man allmählig die in Fig. 73 abgebildete Plantarwölbung erhalten.

Die Geschichte dieser Behandlung war mir nicht mitgetheilt worden, als das junge Mädchen durch Herrn Bouvier an mich gewiesen wurde. Jedoch erkannte ich an folgendem Zeichen, dass die Wölbung (b Fig. 73) sehr wahrscheinlich auf künstlichem Wege gewonnen worden war. Ich bemerkte nämlich auf der Rückenfläche der Gelenkverbindung des ersten Keilbeines mit dem ersten Mittelfussknochen einen winkligen Vorsprung, (a Fig. 73), dessen Ursache die

Fig. 73.



Fig. 74.



folgende ist. Der auf das Phalangealende des ersten Mittelfussknochens durch den Riemen, der an die Sandale befestigt war, von oben nach unten gerichtete Druck hatte seine Wirkung nur auf diese Gelenkverbindung erstreckt. Das dorsale Ligament derselben hatte sich mehr und mehr dehnen lassen und so dem ersten Mittelfussknochen erlaubt, durch seine am Phalangealende weit ausgesprochenere Senkung eine Plantarwölbung zu erzeugen. Aber diese Bewegung

---

Fig. 73 u. 74. Derselbe Fuss wie auf den Figg. 71 u. 72 mit normaler Plantarwölbung (b Fig. 73) und ohne Valgusstellung (Fig. 74), sobald er nicht beim Stehen oder Gehen auf dem Boden aufruht. — Diese Plantarwölbung (b Fig. 73) ist mit Hülfe orthopädischer Mittel hergestellt worden; vorher war der Fuss platt wie auf Fig. 71. Trotz der künstlichen Bildung dieser Plantarwölbung wird der Fuss dennoch beim Stehen und Gehen platt und geräth in Valgusstellung wie auf Fig 71 u. 72.

des ersten Mittelfussknochens in seinem Gelenk mit dem ersten Keilbein war eine gezwungene und übertriebene, und daraus hatte sich eine beginnende Subluxation des ersten Mittelfussknochens nach unten, und als Folge davon der Vorsprung (a Fig. 73) gebildet, der durch den vorderen oberen Umschlagsrand des ersten Keilbeins gebildet wurde. Dieser Knochenvorsprung war gegen den geringsten Druck, der durch den Schuh ausgeübt wurde, schmerzhaft, und es hatte sich über ihm schon eine Schwiele gebildet.

Die Gestalt des Fusses unter dem ästhetischen Gesichtspunkte. hatte sicher dabei gewonnen — was, wie ich zugebe, für dieses junge Mädchen, das der Aristokratie angehörte, nicht ohne einige Wichtigkeit war. — Aber man hat gesehen, dass diese künstliche, neugebildete Plantarwölbung in keiner Beziehung den Gang verbessert hatte, und dass sie dabei dem Körpergewichte nachgab, weil ihr vorderer Pfeiler, das Phalangealende des ersten Mittelfussknochens, durch den Peronaeus longus, der sehr schwach war, nicht fest genug herabgedrückt gehalten wurde.

Schon vorher hatte ich künstliche Plantarwölbungen, ähnlich wie im vorhergehenden Falle in Fällen von angeborenen Plattfüssen bei jungen Leuten vermittelst einer künstlichen elastischen Kraft, die den Peronaeus longus nachahmte, erhalten. Diese besondere, von mir so genannte physiologische Prothese, ist an einer anderen Stelle beschrieben worden.*) Ich constatirte, dass diese künstliche Wölbung von keinem Nutzen war, denn sie verhinderte nicht, dass sich beim Gehen und Stehen ein Pes plano-valgus wie in dem vorhergehenden Falle bildete und unter gewissen Umständen schmerzhaft wurde; während ich bei der Faradisation des Peronaeus longus im jugendlichen Alter (von 6—10 Jahren), wenn sie lange genug gehandhabt wurde, immer gesehen habe, dass sich nicht nur mit Länge der Zeit eine normale Plantarwölbung bildete, sondern auch die durch den Pes plano-valgus verursachten functionellen Störungen ziemlich rasch verschwanden.

---

*) Electrisation localisée. 2. édit. p. 828 (3. édit. p. 1034.)

Zweiter Artikel.

Muskeln, welche den Fuss gegen den Unterschenkel beugen.

Die Muskeln, die den Fuss gegen den Unterschenkel beugen, sind: der vordere Schienbeinmuskel (Tibialis anticus), der gemeinsame lange Zehenstrecker (Extensor digitorum communis longus) und der lange Strecker der grossen Zehe (Extensor hallucis longus), ferner der dritte Wadenbeinmuskel (Peronaeus tertius).

Wenn man die Benennung dieser Muskeln von der hauptsächlichen Function herleitete, die sie zu erfüllen bestimmt sind, so könnte oder müsste man sogar, wie ich schon gesagt habe, sie in folgender Weise benennen: den ersten Flexor adductorius, den zweiten Flexor abductorius pedis; der dritte ist nur eine Abzweigung des zweiten, und der letzte ist, was die Beugung des Fusses betrifft, nur ein schwacher Hülfsmuskel des ersten. Dies geht aus den Thatsachen hervor, die ich jetzt darzulegen habe.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

I. Tibialis anticus. — Um die Wirkung des Tibialis anticus gut zu beobachten, muss man, ehe man seine Einzelcontraction erregt, den Fuss in die gerade Streckung versetzen, d. h. in die Stellung, welche ihm die synergische Contraction der Mm. triceps surae und peronaeus longus ertheilt. Man erinnert sich nämlich, dass der Fuss in dieser Stellung nicht nur in toto gestreckt ist, sondern dass ausserdem das Phalangealende des ersten Mittelfussknochens ungefähr 1—1½ cm unter das Niveau des zweiten, der dadurch theilweise überdeckt wird, gestellt wird. Alsdann beobachtet man in dem Augenblicke, wo der Inductionsstrom auf den Tibialis anticus gerichtet wird, die Reihe von Erscheinungen, die ich jetzt berichten will:

1) Unter dem Einflusse einer mässigen Reizung (s. Fig. 75) beschreibt der Kopf des ersten Mittelfussknochens eine schiefe Bewegung von unten und aussen nach oben und innen, also in entgegengesetzter Richtung zu derjenigen, die ihm vom Peronaeus longus ertheilt wird und auf Fig. 63 abgebildet ist: darauf erhebt sich

derselbe in gerader Richtung. Die anderen Knochen, die den inneren

Fig. 75.

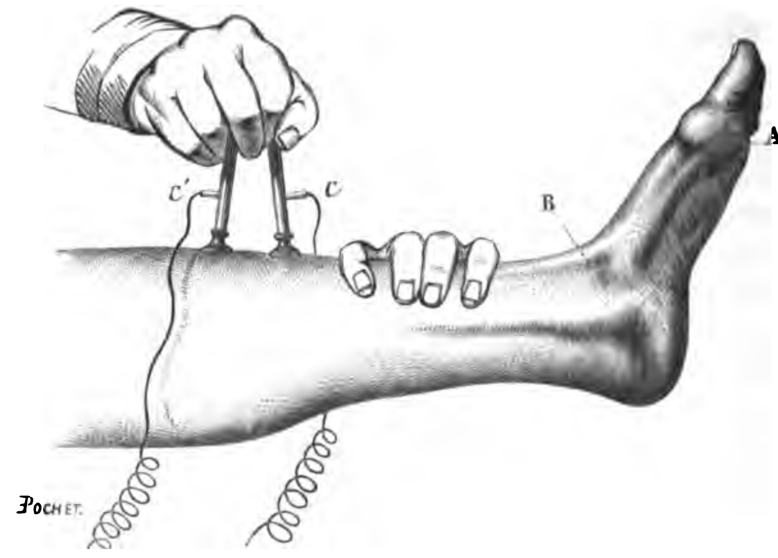


Fig. 76.

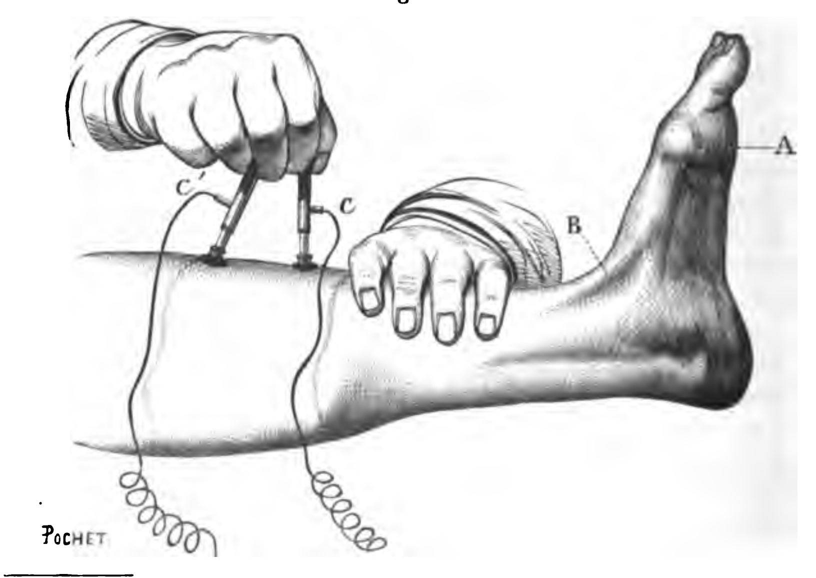


Fig. 75. Bewegung des Fusses während der Faradisation des Tibialis anticus bei mässiger Stromstärke, von der Innenseite gesehen.

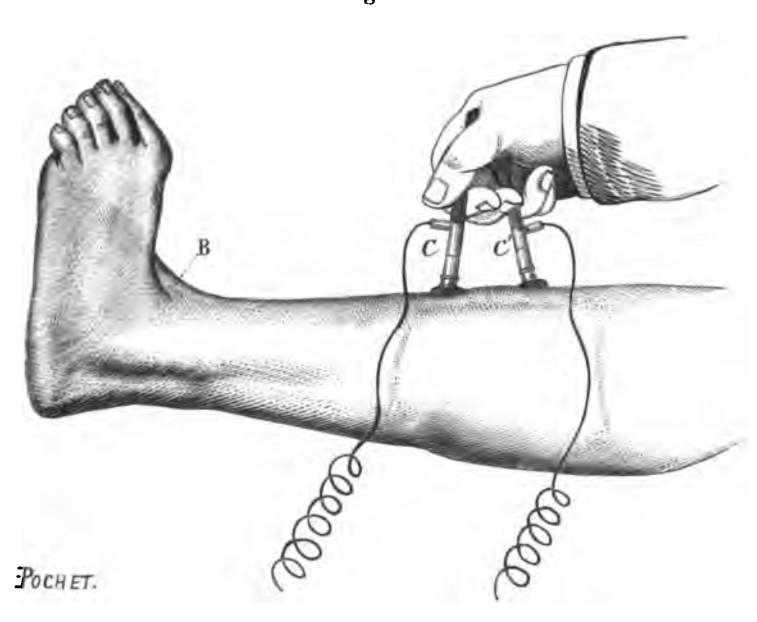
Fig. 76. Bewegung des Fusses während der Faradisation des Tibialis anticus bei maximaler Stromstärke, von der Innenseite gesehen.

Rand der vorderen Fussabtheilung bilden, (das erste Keilbein, das Kahnbein), folgen dieser Bewegung des ersten Mittelfussknochens von unten nach oben, einer Bewegung, deren Drehpunkt in der Articulatio astragalo-scaphoïdea zu liegen scheint. Aus der Erhebung des ersten Mittelfussknochens resultirt die Ausgleichung oder Verminderung der Plantarwölbung (s. Fig. 75 u. 76).

2) Unter dem Einflusse eines stärkeren Stromes wird der Fuss, während sich gleichzeitig die vorstehende Bewegung vollzieht, mit grosser Kraft in toto gegen den Unterschenkel gebeugt, darauf wird er etwas in Adductionsstellung geführt.

3) Mit dem Beginn der Wirkung des Tibialis anticus ändert sich die allgemeine Form des Fusses, seine Rückenfläche kehrt sich nach aussen (s. Fig. 77), der Fuss nimmt die Varusstellung an,

Fig. 77.



und bei maximaler Contraction des Tibialis anticus beugen sich die Zehen, besonders die grosse Zehe, gegen die Mittelfussknochen (s. Fig. 76 u. 77).

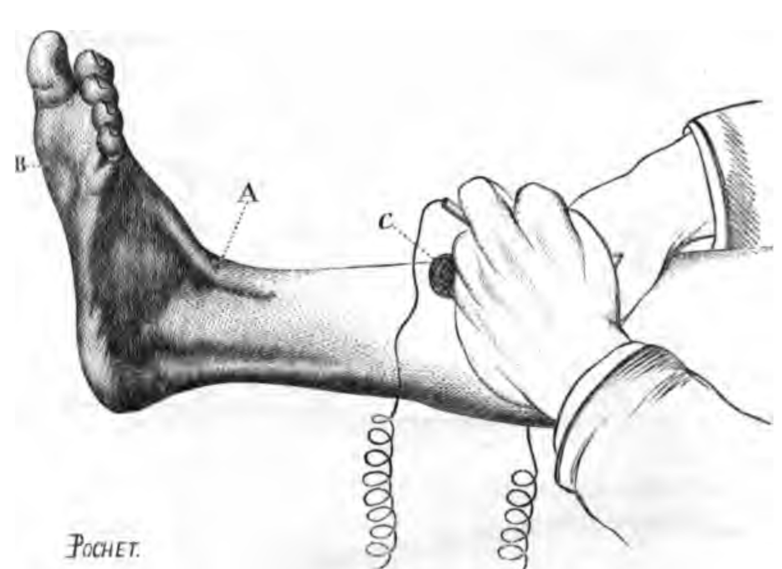
Fig. 77. Bewegung des Fusses bei Faradisation des Tibialis anticus, von der Aussenseite gesehen.

II. Extensor longus hallucis. — Die elektrische Contraction des Extensor longus hallucis bewirkt, abgesehen von den Bewegungen, die er den Phalangen der grossen Zehe ertheilt, eine schwache Anziehung und Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel.

III. Extensor digitorum communis longus und Peronaeus tertius.

1) Die Contraction des Extensor communis digitorum longus, welche durch locale Faradisation hervorgerufen wird, (s. Fig. 78)

Fig. 78.



bewirkt die Beugung des Fusses gleichzeitig mit der Streckung der vier letzten Zehen (auf diese letztere Bewegung behalte ich mir vor, zurückzukommen).

2) Während der Beugung begiebt sich der Fuss in die Abduction; sein Aussenrand erhebt sich, während sich gleichzeitig die Ferse in entsprechendem Grade senkt, und die Fusssohle sieht etwas nach aussen.

Fig. 78. Bewegung des Fusses bei Faradisation des Extensor digitorum communis longus, von der Aussenseite gesehen.

Der Umfang dieser letzteren Bewegungen steht in geradem Verhältnisse zu dem Masse der Beugung des Fusses, d. h. er ist der Stärke der Contraction des gereizten Muskels proportional.

3) Die Beugebewegung des Fusses, die in der Articulatio tibio-astragalea stattfindet, wird vom Extensor communis longus digitorum mit weit geringerer Kraft ausgeführt, als vom Tibialis anticus.

4) Dagegen überwiegt die Stärke der Abductionsbewegung, die dem Extensor digitorum communis eigen ist, über die der Adductionsbewegung, welche durch den Tibialis anticus erfolgt.

5) Während der Fuss der Einzelwirkung des Extensor digitorum communis gehorcht, sind die übrigen Zehen in Streckstellung, die grosse Zehe aber beugt sich, und der erste Mittelfussknochen wird ein wenig gesenkt (s. Fig. 78).

6) Der Peronaeus tertius — wenn er vorhanden ist, — kann gewöhnlich nicht unabhängig von dem vierten Fascikel des Extensor communis zur Contraction gebracht werden; er bewirkt die Beugung, indem er den Aussenrand des Fusses erhebt, und bedingt eine weniger kräftige Abduction wie der Extensor digitorum communis.

B. Bemerkungen.

435. Man wusste, dass der Tibialis anticus den Fuss beugt, während er ihn gleichzeitig um seinen Aussenrand nach aussen umkehrt, und dass er ihn in Adductionsstellung bringt. Es bedurfte also nicht der elektrophysiologischen Versuchsweise, um die Benennung Flexor adductorius, die ich ihm zu geben vorgeschlagen habe, zu rechtfertigen. Aber die Frage war, kraft welcher Gelenkbewegungen sich die dem Tibialis anticus eigene Adductionswirkung vollzieht. Welche Kraft und welchen Umfang hat die von diesem Muskel bedingte Anziehung, im Vergleich zu derselben Adductionsbewegung, die durch die Einzelthätigkeit der anderen Muskeln und namentlich des Tibialis posticus erfolgt? Mit welcher Kraft beugt er den Fuss im Tibio-astragalgelenke, wenn man sie mit der des Extensor digitorum communis vergleicht? Welche besondere Wirkung besitzt er auf die Gelenkverbindungen, welche die innere Hälfte der vorderen Fussabtheilung zusammensetzen? Welche secundären Bewegungen verursacht er? Alle diese Fragen haben aus physiologischem und klinischem Gesichtspunkt ihre Wichtigkeit und waren trotzdem noch vollkommen unbekannt. Die elektromuskuläre Versuchsweise trägt zu ihrer Aufklärung wesentlich bei, wie ich bald zeigen will.

436. Um zu untersuchen, ob der Tibialis anticus der vorderen Fussabtheilung eine Bewegung von aussen nach innen gegen die hintere Abtheilung ertheilt, habe ich den Umriss der Fusssohle gezeichnet, während ich den Muskel zu maximaler Contraction brachte, und mit dem Umriss des Fusses in Muskelruhe verglichen. Ich fand kaum eine geringfügige Veränderung in der imaginären Linie, welche die von vorn nach hinten durchgelegte Axe des Fusses bildet. Bei einigen Individuen, bei denen der Fuss sehr gewölbt und die Articulatio medio-tarsea sehr beweglich war, schien die Axe der vorderen Fussabtheilung einen etwas stumpferen, nach innen offenen Winkel mit der Axe der hinteren Fussabtheilung zu machen, wenn der Tibialis bei seinem höchsten Contractionsgrade angelangt war.

Ich habe darauf in senkrechter Richtung den Umriss der Ferse im Ruhezustande und während der Contraction des Tibialis anticus gezeichnet. Es ging daraus hervor, dass in letzterem Falle die senkrechte Axe der Ferse sich von aussen und oben nach innen und unten neigt. Diese Bewegung des Calcaneus bewirkt die Adduction des Fusses, weil er ihn während seiner Umkehrung in toto nach innen führt.

Dagegen zeigt die elektrophysiologische Versuchsweise, dass die Bewegung der vorderen Abtheilung des Fusses gegen seine hintere Abtheilung von aussen nach innen im Mediotarsalgelenke bei der durch den Tibialis anticus hervorgebrachten Adductionsbewegung fast gleich null ist.

437. Die Stärke der dem Tibialis anticus eigenen Adductionsbewegung ist nur schwach. Wenn man nämlich zur Zeit, wo man diesen Muskel in kräftige Contraction versetzt, der Adductionsbewegung des Fusses dadurch, dass man die Hand anf seinen inneren Rand legt, Widerstand leistet, so fühlt man, dass sie nur schwach ausgeführt wird.

Die Erhebungsbewegung dagegen des Innenrandes der vorderen Fussabtheilung geschieht unter dem Einflusse des Tibialis anticus mit sehr grosser Kraft. Diese letztere Bewegung scheint ihren Drehpunkt in der Articulatio astragalo-scaphoïdea zu haben, sobald man am Lebenden experimentirt; ich werde aber in der Folge zeigen, dass sie das Ergebniss einer Aufeinanderfolge von Gelenkbewegungen des Innenrandes der vorderen Fussabtheilung ist.

Die Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel, welche aus der Bewegung des Tibio-astragalus-Gelenkes hervorgeht, wird von dem

Tibalis anticus mit grosser Kraft bewerkstelligt; man kann sagen, dass dieser Muskel für die Beugung des Fusses dieselbe Bedeutung hat, wie der Triceps surae für seine Streckung.

438. Die vollständige Beugung des Fusses durch die isolirte Contraction des Tibialis anticus versetzt den Extensor hallucis und den Extensor communis digitorum longus in den Zustand der Verkürzung. Dagegen findet sich andererseits der Flexor longus digitorum verlängert. Daraus folgt, wie man aus den im Vorstehenden berichteten Versuchen ersehen hat (s. S. 373), dass diese letzteren Muskeln in Folge ihrer Verlängerung die Zehen gegen die Mittelfussknochen während der Contraction des Tibialis anticus geneigt erhalten. Die Beugung der grossen Zehe ist bei weitem ausgesprochener, weil sich dabei das vordere Ende des ersten Mittelfussknochens stärker erhebt als die anderen Zehen. (s. Fig. 76 u. 77).

Aus der Gesammtheit dieser Thatsachen geht hervor, dass der Fuss unter dem Einflusse des Tibialis anticus eine Gestalt annimmt, von der man sich kaum eine richtige Vorstellung machen kann, ohne sie gesehen zu haben; indessen will ich versuchen, diejenige zu beschreiben, welche die Plantarfläche bietet.

Bekanntlich bietet im Normalzustande der Innenrand der Plantarfläche des Fusses (s. Fig. 79), wenn derselbe sich in Ruhe befindet und nicht auf dem Boden aufruht, drei Krümmungen von entgegengesetzter Richtung und zwar von hinten nach vorn: eine erste mit unterer Convexität, die durch die Ferse gebildet wird; eine zweite mit oberer Convexität, die dasjenige bildet, was man die Plantarwölbung nennt; eine dritte mit unterer Convexität, welche von der Senkung des Kopfes des ersten Mittelfussknochens herrührt. Sobald nun die Contraction des Tibialis anticus diesen Kopf des ersten Mittelfussknochens erhebt, so verschwindet die untere und vordere Convexität des Innenrandes des Fusses, in der Weise, dass die Wölbung des Fusses nun ersetzt wird durch einen langen Bogen mit oberer Convexität, welcher von der Ferse bis zum Ende der ersten Phalanx der grossen Zehe geht (s. Fig. 76).





Fig. 79. Fuss von der Innenseite gesehen im Normalzustande, in Muskelruhe und dem Boden nicht aufruhend.

439. Mancher ist vielleicht geneigt, den Extensor hallucis longus für einen geraden Beuger des Fusses zu halten, weil die Adductionsbewegung, die er hervorzubringen fähig ist, sehr beschränkt ist; indessen würde diese letztere Thätigkeit auch noch im Stande sein, wenn dieser Muskel als Beuger des Fusses sehr kräftig wirkt, functionelle Störungen, analog denen, die durch den Tibialis anticus bedingt sind, zu verursachen, wenn auch nicht in so ausgeprägtem Grade. (Besser als die Elektrophysiologie wird die klinische Beobachtung die Grenze der Wirkung dieses Muskels erweisen, er ist — ich kann es schon jetzt sagen — als Beuger des Fusses nur ein schwacher Hülfsmuskel des Tibialis anticus.

440. Die falschen Bewegungen und die fehlerhafte Stellung des Fusses in Folge der localen Faradisation des Tibialis anticus, die Entstellung des Fusses, welche die unvermeidliche Folge der isolirten Thätigkeit dieses Muskels gewesen wäre, wie die klinischen Thatsachen bald ergeben werden, erweisen die Nothwendigkeit eines anderen Muskels, der im Stande ist, durch synergische Contraction mit demselben die Beugung in gerader Richtung zu bewirken.

Da kein Muskel existirt, der die gerade Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel besorgt, welches ist dann derjenige, welcher durch die Combination seiner Thätigkeit mit der des Tibialis anticus diese Bewegung bewirken kann? Es muss augenscheinlich der Extensor communis digitorum sein, wegen der Wendung nach innen, die er dem Fuss um seinen Innenrand während der Beugung ertheilt, und wegen der Schaukelbewegung, die er die Längsaxe des Fusses gegen die Axe des Unterschenkels ausführen lässt, eine Bewegung, aus der die Abduction des Fusses hervorgeht; gerade er, sage ich, da er jene gleichzeitige Thätigkeit der Beugung und der Seitwärtsbewegung in entgegengesetzter Richtung zu der des Flexor adductorius (Tibialis anticus) ausführt, ist nothwendiger Weise dazu bestimmt, durch seine synergische Contraction mit der des letzteren Muskels die Beugung des Fusses in gerader Richtung zu bewirken. In der That ist theoretisch die Resultante der beiden Kräfte, die die Beugung bewirken, der eine mit Adduction, der andere mit Abduction, nothwendiger Weise die Beugung in gerader Richtung; der Theorie nach müssen auch diese beiden Kräfte, von denen jede dem Fusse eine Wendung um seine Längsaxe in entgegengesetzter Richtung ertheilt, diesen letzteren in einer Position erhalten, die die Mittelstellung zwischen diesen beiden Bewegungen bildet.

441. Auf den ersten Blick scheint es, als ob es einfacher gewesen wäre, einen Muskel zu erschaffen, der für sich allein die Beugung des Fusses in gerader Richtung bewirken konnte; man begreift aber bei nur geringer Ueberlegung, dass das von der Natur angewandte Verfahren weit vorzuziehen ist. Da nämlich bei der Ausübung seiner verschiedenen Functionen der Fuss häufig zur Zeit seiner Beugung nach innen oder aussen geführt werden muss, so war das Vorhandensein von Beugemuskeln, die zugleich die Adduction oder Abduction besorgten, unerlässlich. Da nun aber die synergische Contraction dieser letzteren die kräftige Beugung des Fusses in gerader Richtung bewirken kann, so hätte ein dritter Muskel, der speciell für diese Bewegung bestimmt war, nur einen kostbaren Platz weg genommen und ohne Noth den Mechanismus derselben complicirt.

Mit Hülfe zweier Muskeln, die sich in der Beugung unterstützten und in den Seitwärtsbewegungen Antagonisten waren, hat es ausserdem die Natur leicht gemacht, den Fuss zu beugen und dabei in sehr verschiedenen Graden an- oder abzuziehen; sie hat durch dieses Mittel ausserdem die Circumductionsbewegungen des Fusses möglich gemacht. Es genügt für diesen Zweck, dass während der synergischen Thätigkeit der beiden Muskeln einer von ihnen sich mit grosser Energie contrahirt, so dass er den Fuss, sei es plötzlich, sei es gradweise, nach seiner Richtung hinzieht.

Mittels des Versuches lässt sich leicht beweisen, dass die Dinge sich wirklich so verhalten. Wenn man nämlich den Tibialis anticus faradisirt, so beugt sich der Fuss gegen den Unterschenkel, während seine Spitze sich etwas nach innen begiebt und sein Rücken sich nach aussen umkehrt (s. Fig. 77). Wenn man dann gleichzeitig mit einem zweiten Inductionsapparate den Extensor communis digitorum erregt und die Intensität des Stromes so abstuft, dass man eine gleich starke Contraction in beiden Muskeln bewirkt, so wird der Fussrücken zurückgeführt, bis die Beugung in gerader Richtung gegen den Fuss stattfindet, und dann sieht die Fusssohle weder nach innen noch nach aussen; sobald man aber einen der beiden Muskeln zu stärkerer Contraction bringt, so gehorcht der Fuss dem stärkeren, d. h., er beugt sich, während er sich in die Anziehung oder Abziehung begiebt. Es ist unnütz, hinzuzufügen, dass bei diesen Versuchen die Beugung, die gleichzeitig von beiden Muskeln bewerkstelligt wird, bei weitem kräftiger ist, als wenn man nur einen von beiden allein zur Contraction bringt.

442. Man hatte die Eigenschaft, die Adductionswirkung des Tibialis anticus zu beschränken, bis auf diesen Tag den Musculi peronaei zugeschrieben und erklärte auf diese Weise die physiologische Beugung des Fusses in gerader Richtung oder nach aussen.

Man erinnert sich aber, dass aus im vorhergehenden Artikel dargelegten Thatsachen hervorgegangen ist, dass der Peronaeus longus einer der hauptsächlichen, zur Streckung des Fusses dienenden Muskeln und folglich Antagonist der Beugung ist; andererseits werde ich in der Folge zeigen, dass der Peronaeus brevis sich der Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel widersetzt. Diese beiden Muskeln können also nicht Genossen eines Beugemuskels des Fusses während der Beugebewegung dieses letzteren sein.

443. Was den Peronaeus tertius anbetrifft, so würde, wenn er der einzige Muskel mit der Bestimmung wäre, die Abductionswirkung, die bei der Beugung des Fusses statt hat, auszuüben und durch seine synergische Contraction mit dem Tibialis anticus die Beugung in gerader Richtung zu bewirken, die Folge davon sein, dass die Individuen, die des Peronaeus tertius beraubt sind, die Beugung des Fusses nicht mehr bewerkstelligen könnten, ohne ihm dabei eine Adductionsbewegung zu ertheilen und den inneren Rand desselben zu erheben. Diese fehlerhafte Bewegung aber müsste häufig wiederkehren. Der Peronaeus tertius bietet nämlich häufige Unregelmässigkeiten, denn dieser Muskel ist nur eine Ausbreitung des Extensorenfascikels für die kleine Zehe, welcher vom Extensor communis digitorum kommt; zuweilen ist er auch gar nicht vorhanden.

Mehrere Beispiele der Art habe ich im Februar 1856 in der Charité beobachtet. (Die Individuen, die diesen anatomischen Befund darboten, dienten mir dazu, jeden Morgen den Studirenden die Thatsachen zu demonstriren, die ich in dieser Abhandlung auseinandersetze.) Eine Frau, die auf Nr. 32 des Saales St. Marthe lag, hatte weder rechts noch links einen Peronaeus tertius, ebenso verhielt es sich mit einem auf Nr. 7 des Saales St. Louis liegendem Manne. Eine Frau, die auf Nr. 23 des Saales St. Marthe lag, besass links einen gut entwickelten Peronaeus tertius und rechts bot sie kaum einige Spuren davon. In diesem letzteren Falle machte die locale Faradisation die Sehne des normalen Peronaeus tertius kräftig hervorspringen und brachte seine Wirkung auf den Fuss zum Spielen, während die Elektroden auf der entgegengesetzten Seite, wenn sie auf die vom Peronaeus tertius eingenommene Gegend aufgesetzt wurden, weder eine Sehnenerhebung, noch Bewegungen

des Fusses hervorbrachten, man musste sie in der Gegend des Streckfascikels für die letzte Zehe, welcher vom Extensor communis digitorum abgeht, ansetzen, um die Sehne des Peronaeus tertius hervortreten zu lassen; der letztere war nämlich unendlich zart und nicht im Stande, sich unabhängig von dem Fascikel des Extensor longus digitorum, von dem er augenscheinlich nur eine Ausbreitung darstellte, zu contrahiren.

Allemal nun, wenn ich, wie in den angeführten Fällen ein Fehlen oder eine sehr schwache Entwickelung des Peronaeus tertius constatirte, ist die Beugung des Fusses mit gleichzeitiger Abduction und Erhebung des Aussenrandes nichts desto weniger von dem Extensor communis digitorum auf willkürlichem oder elektrischem Wege ausgeführt worden.

444. Wenn der Peronaeus tertius der einzige Muskel gewesen wäre, der die Beugung des Fusses mit Abduction und Erhebung seines Aussenrandes ermöglichte, so hätte man Recht gehabt, daraus einen eigenen Muskel zu machen; da er aber dem Fusse dieselbe Bewegung ertheilt, wie der Extensor communis digitorum, und da es oft unmöglich ist, ihn unabhängig von dem letzten Fascikel dieses Muskels wirken zu lassen, so scheint es mir, dass man ihn in physiologischer und anatomischer Hinsicht als eine Dependenz dieses Muskels betrachten muss.

445. Die Benennung des gemeinschaftlichen Zehenstreckers, die man bis auf diesen Tag einem Muskel gegeben hat, dessen wesentliche Function darin besteht, gemeinschaftlich mit dem Tibialis anticus kräftig den Fuss zu beugen, in der Weise, dass er entweder die Seitwärtsbewegung von Seiten dieses letzteren neutralisirt oder auch den Fuss nach aussen bringt, giebt von der Function, die er zu erfüllen hat, eine falsche Vorstellung. Wenn man demnach den Namen von seiner hauptsächlichen Einzelwirkung ableitet, so muss man ihn Flexor pedis abductorius nennen.

446. Gesetzt den Fall, dass der Extensor communis digitorum auf die Zehen keinerlei Wirkung üben würde, so würde desshalb dennoch eine erhebliche Störung in den Verrichtungen des Fusses noch nicht erfolgen, denn der Pediaeus (der eigentliche Strecker der Zehen) könnte in diesem Falle diese Thätigkeit vollkommen ersetzen, wie die klinische Beobachtung bald beweisen wird. Ganz anders würde es sich jedenfalls verhalten, wie ich im Vorhergehenden dargethan habe (s. 440), wenn die Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel der Mitwirkung des Extensor communis digi-

torum beraubt gewesen wäre. — Ich behalte mir jedoch eine Untersuchung darüber noch vor, ob es nützlich war, dass ein und derselbe Muskel gleichzeitig die Streckung der Zehen und die Beugung des Fusses bewirkte, oder ob es nicht besser gewesen wäre, wenn dieser Muskel, der dazu dient, bei der Beugung des Fusses unaufhörlich mitzuwirken, keinerlei Wirkung auf die Zehen besässe.

447. Aus dem elektromuskulären Experimente ist hervorgegangen, dass die von dem Extensor communis digitorum im Tibiotarsal-Gelenke hervorgebrachte Beugung bei weitem weniger kräftig ist, als wenn sie vom Tibialis anticus bewerkstelligt wird; dass aber die Kraft und der Umfang der dem ersteren entstammenden Abductionsbewegung erheblicher sind, als diejenigen der Adductionsbewegung, welche von dem letzteren besorgt wird. (Die mechanische Ursache dieser speciellen Wirkung des Extensor communis digitorum werde ich später, in dem folgenden Paragraphen erklären.) Es folgt daraus, dass wenn diese beiden Muskeln sich synergisch mit gleicher Kraft contrahiren, der Fuss, während er sich beugt, etwas in die Abduction gerathen muss.

Wie man sieht, sind diese Muskelkräfte in wunderbarer Weise combinirt, um die Beugung des Fusses in geringer Abductionsstellung zu bewirken, die man beispielsweise beim Gehen beobachtet, wenn die untere Extremität, vom Boden losgelöst, von hinten nach vorn geführt wird.

448. Ich müsste hier noch auf die Wichtigkeit einer physiologischen Thatsache, die durch die Faradisation des Extensor communis digitorum aufgehellt wird, — der betreffende Versuch ist in diesem Capitel, Seite 374, berichtet worden — besonders aufmerksam machen; ich meine die Beugebewegung des Fusses, die in der Articulatio calcaneo-astragalea vorgeht, und mir bis auf diesen Tag missverstanden worden zu sein scheint. Die Darlegung dieser Thatsache wird aber, glaube ich, ihren Platz besser in dem Artikel finden, der dem Studium der Gelenkbewegungen, die der Thätigkeit des Extensor communis digitorum eigen sind, gewidmet ist.

449. Unter dem Einflusse der isolirten Wirkung des Extensor communis digitorum nimmt der Fuss eine unvermuthete allgemeine Form an, die man allein durch die locale Faradisation dieses Muskels kennen lernen konnte.

Man sieht nämlich in dem Augenblicke, wo der Fuss sich gegen den Unterschenkel beugt und nach aussen begiebt, dass die

vier letzten Zehen sich leicht erheben, während die grosse Zehe sich gegen den ersten Mittelfussknochen, der selbst ein wenig gesenkt wird, neigt (s. Fig. 78).

Diese Senkung der grossen Zehe und des ersten Mittelfussknochens ist die Folge des Widerstands, den der Flexor hallucis longus und der Peronaeus longus ihrer Dehnung entgegensetzen.

Die Kenntniss dieser physiologischen Bewegung wird von den Entstellungen des Fusses Rechenschaft geben, welche secundär durch die isolirte Retraction des Extensor digitorum communis, auf die ich in der Folge noch zurückkommen werde, hervorgebracht werden.

450. Die secundären Bewegungen, die bei der localen Faradisation, sei es des Tibialis anticus, sei es des Extensor communis digitorum zu Stande kommen, erweisen den Nutzen der synergischen Thätigkeit aller derjenigen Muskeln, die dazu mitwirken, während der physiologischen Beugung des Fusses. So ist die synergische Wirkung des Extensor hallucis longus, der als Beuger des Fusses so schwach ist, nothwendig, um die Beugung der grossen Zehe zu verhindern, welche sich während der physiologischen Beugung des Fusses vermittels des einen oder anderen seiner beiden Beugemuskeln vollzieht. Der Antagonismus, den der Tibialis anticus gegen den Peronaeus longus übt, macht sein Eintreten bei der willkürlichen Beugung um so nützlicher, als er der einzige Muskel ist, der die Senkung des ersten Mittelfussknochens zu verhindern vermag; dass eine solche während der Beugung stattfindet, habe ich oben entwickelt. Die Fähigkeit endlich, die der Extensor communis digitorum besitzt, die vier letzten Zehen zu strecken, verhindert die Beugung dieser letzteren, welche nothwendiger Weise bei der Beugung des Fusses in Folge des tonischen Widerstandes, den der Flexor communis digitorum seiner Dehnung entgegensetzt, stattfinden muss.

§ II. Pathologische Physiologie.

A. — Functionsstörungen der Bewegungen des Fusses in Folge von Lähmung oder Atrophie des Tibialis anticus.

Bei der atrophischen Lähmung der Kindheit ist nichts häufiger, als die isolirte Zerstörung des Tibialis anticus. Die functionellen Störungen der Bewegungen des Fusses, des Stehens, des Gehens, die fehlerhafte Stellung und die Verunstaltung des Fusses, welche die Folgen dieser partiellen Läsion der Unterschenkelmuskeln sind, be-

stätigen in vollem Umfange die Thatsachen, die aus den elektrophysiologischen Versuchen hervorgehen, die ich über die Eigenwirkung des Tibialis anticus angestellt habe, und zeigen die grosse Nützlichkeit dieses Muskels noch besser.

Die klinischen Thatsachen, die dieser Behauptung zur Stütze dienen, will ich rasch berichten.

451. Die Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel kann auch ohne die Mitwirkung des Tibialis anticus noch vom Extensor communis digitorum ausgeübt werden; aber dabei begiebt sich der Fuss in die Abduction und dreht sich dabei zugleich um seine Längsaxe, so dass sein äusserer Rand mehr erhoben wird, als sein innerer (s. Fig. 82 u. 83). Diese Bewegungen sind nun genau dieselben, wie die, die man durch die elektrische Erregung des Extensor communis digitorum eintreten sah.

In Folge der Lähmung oder Atrophie des Tibialis anticus kann nicht nur der Fuss bei seiner willkürlichen Beugung nicht mehr in Adductionsstellung geführt, sondern es kann ausserdem die Beugung nicht mehr in gerader Richtung bewerkstelligt werden. Die klinische Beobachtung beweist also, dass der Tibialis anticus für die gerade Beugung nothwendig ist, weil diese Beugung aus der gleichzeitigen Contraction dieses Muskels und des Extensor communis digitorum hervorgeht.

452. Zwar gelingt es dann Anfangs dem Extensor hallucis longus, dem Hülfsmuskel des Tibialis anticus für die Anziehung des Fusses während der Beugung desselben, die Abductionswirkung des Extensor communis digitorum zu neutralisiren; aber allein ist er nicht im Stande, lange Zeit mit diesem letzteren Muskel zu kämpfen, und derselbe zieht schliesslich den Fuss in die seiner Wirkung entsprechende Richtung.

Im Normalzustande nimmt der Extensor hallucis longus nur schwachen Antheil an der Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel; ist aber der Tibialis anticus gelähmt, so kommt der Extensor hallucis dieser Beugung energisch zur Hülfe. Man sieht demnach in diesem Falle, wie die erste Phalanx der grossen Zehe während der Beugebewegung des Fusses gegen den Unterschenkel sich bald im rechten Winkel gegen den Mittelfussknochen aufrichtet; ausserdem wird der Muskel mit der Zeit hypertrophisch, und seine dicke Sehne macht, wenn er sich contrahirt, an der Innenseite der Fussbeuge einen beinahe eben so starken Vorsprung, wie der sehnige Vorsprung des Tibialis anticus auf der gesunden Seite. Bei diesen Symptomen kann man behaupten, dass der Tibialis anticus gelähmt

oder atrophisch ist. Der Mechanismus dieser Störung, die durch die Stellung und Form der grossen Zehe während der übertriebenen Wirkung ihres langen Streckmuskels verursacht wird, und die Ursache der Zunahme der Plantarwölbung werden erklärt werden, wenn ich von den Bewegungen der Zehen handeln werde.

453. Trotz des Verlustes des Tibialis anticus können die Kranken mit ihrem Fusse noch leicht Adductions- und Abductionsbewegungen ausführen und ihn um seine Längsaxe nach innen oder aussen umkehren, sobald sie den Fuss nicht zu beugen haben; sie können ihren Fuss auch fest in seiner Stellung erhalten, so dass sie seine Drehung nach innen oder nach aussen verhindern. Man könnte es nicht verstehen, wenn es sich anders verhielte, da sie noch im Besitz ihrer Musculi peronaeus brevis und tibialis posticus sind, die die Eigenschaft haben, diese verschiedenen Bewegungen hervorzubringen.

454. Wie geschieht es denn also, dass sich bei den Individuen, die des Tibialis anticus beraubt sind, die Fussspitze beim Stehen oder Gehen in Abduction (in Valgusstellung) befindet? Ich will versuchen, davon die Erklärung zu geben. Wenn beim Gehen die Unterextremität, die nach hinten gestellt ist, den Boden verlässt, um sich nach vorn zu begeben, so beugt sich der Fuss gegen den Unterschenkel. Da nun aber diese Beugebewegung, wenn der Tibialis anticus gelähmt oder atrophirt ist, nicht möglich ist, ohne dass der Fuss sich in die Abduction stellt und sein äusserer Rand sich mehr erhebt, als sein innerer Rand, so kommt es, dass der Fuss sich zur Zeit, wo er auf den Boden aufgesetzt wird, noch in derselben Stellung befindet; er verharrt darin, bis er sich von Neuem davon abhebt.

Diese fehlerhafte Stellung des Fusses, während das Körpergewicht auf ihm ruht, verursacht eine gewisse Schwäche beim Gehen und selbst hinkenden Gang; man begreift auch, dass sie unaufhörlich zuzunehmen strebt und gewisse Gelenkverbindungen in zunehmender Weise deformiren kann.

455. Das Individuum, das der Mitwirkung seines Tibialis anticus beraubt ist, kann noch, wenn es seine Aufmerksamkeit darauf richtet, den Fuss gegen den Unterschenkel kräftig beugen, sobald sein Extensor communis digitorum noch seine ganze Kraft besitzt, oder die Streckmuskeln des Fusses gegen den Unterschenkel nicht vollständig contracturirt sind. Wirklich fühlt man in diesen Fällen,

wenn man dieser Beugung des Fusses Widerstand leistet, dass sie energisch ausgeführt wird. Wie ist es also möglich, dass alsdann beim Gehen die Fussspitze gegen die Unebenheiten des Bodens anstösst? Ohne Zweifel ist die instinctmässige nervöse Erregung, die die automatische Muskelcontraction beim Gehen besorgt, unzureichend, um mit dem Extensor communis digitorum allein in normaler Weise die Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel auszuführen, während der Kranke mit der leichtesten Anstrengung diese Beugung immer vollständig erreicht, sobald er einige Aufmerksamkeit darauf richtet.

B. Entstellung des Fusses in Folge von Atrophie des Tibialis anticus.

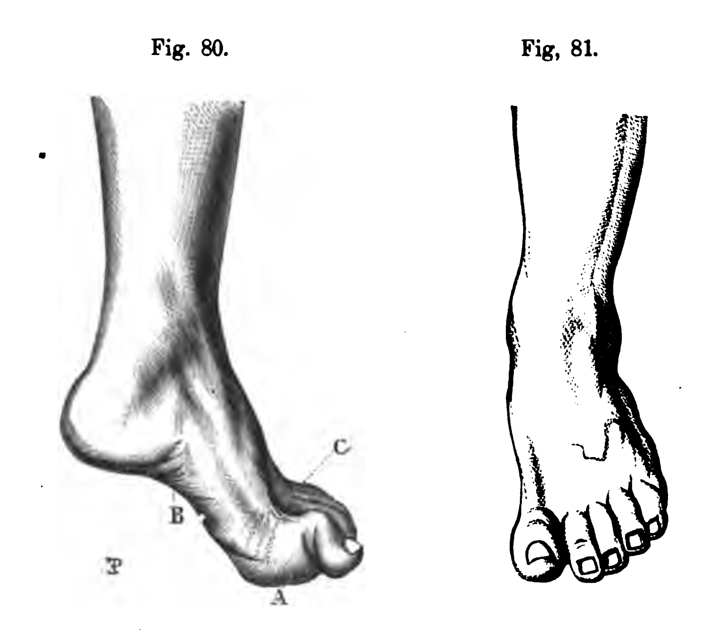
456. Die mangelnde Kraft oder die Lähmung des Tibialis anticus als Beugemuskel des Fusses gegen den Unterschenkel manifestirt sich nicht allein beim Gehen; man erkennt sie auch an der Stellung des Fusses, während der Muskelruhe.

Dieser Tibialis anticus ist ein voluminöser Muskel und stellt fast die Hälfte von der Masse der Muskelfasern dar, die dazu dienen, die Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel zu bewerkstelligen. In Folge dessen muss die tonische Kraft, die in der Muskelruhe gegen die der Fussstrecker kämpft, um eine Mittelstellung des Fusses zwischen der Beugung und der Streckung zu erzielen, unzureichend werden; man sieht denn auch in zunehmender Weise sich einen Klumpfuss in Equinusstellung bilden, sobald dieses Gleichgewicht bei der Lähmung oder Atrophie des Tibialis anticus durchbrochen wird.

Zwei Beispiele davon in verschiedenen Graden will ich in den Figg. 82 u. 84 zeigen. Die beiden Füsse gehörten zwei Knaben an, bei denen der Tibialis anticus durch die atrophische Lähmung der Kindheit zerstört worden war. Die Atrophie des Tibialis hatte hingereicht, um eine progressive Verkürzung der Gemelli und des Soleus herbeizuführen. (Diese Verkürzung hätte sich leicht verhindern lassen, wenn man vermittels einer Nachtsandale den Fuss rechtwinkelig gegen den Unterschenkel gebeugt gehalten hätte, denn sie ist die Folge der übermässigen continuirlichen Verkürzung dieser Muskeln). Bei einem dieser jungen Individuen, das 5 Jahr

alt war, bestand der Equinismus erst im zweiten Grade, weil die Krankheit erst ein Jahr alt war und die Strecker des Fusses etwas atrophisch waren (s. Fig. 80, 81). Der kleine Knabe konnte die

Fig. 80. Fig, 81.



Fussspitze etwas erheben, aber die Beugung geschah unter Abduction (s. Fig. 83), was mit der geringen Varusstellung dieses Pes equinus in der Muskelruhe contrastirte (s. Fig. 81). Da sich im Beginn dieser Bewegung der Extensor hallucis longus synergisch mit dem Extensor communis digitorum contrahirte, so wurde der Fuss in gerader Richtung erhoben, aber bald erwies sich der letztere Muskel als der stärkere und zog den Fuss in die Beugung mit Abduction.

Bei dem anderen, der 10 Jahr alt war, war die Krankheit im Alter von 2 Jahren eingetreten; die Gastrocnemii hatten ihre normale Kraft bewahrt. Dieser Knabe hatte keinen Apparat getragen, und der Equinismus hatte bei ihm in wenigen Jahren den höchsten Grad erreicht; dies war ein Equinus in gerader Richtung dritten

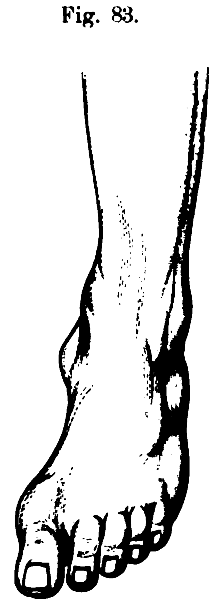
---

Fig. 80 u. 81. Pes equinus zweiten Grades bei einem 5jährigen Knaben in Folge von Atrophie des Tibialis anticus seit 3 Jahren, in der Muskelruhe abgebildet.

Fig. 82.



Fig. 83.



Grades, wie man ihn auf Fig. 84 sieht. Es war unmöglich, diesem Fusse die geringste Beugebewegung zu ertheilen. (Ich behalte mir vor, den Mechanismus der Gestaltsveränderung der Plantarwölbung und der Zehen in Folge des Equinus zu erklären, wenn ich im vierten Artikel von den Bewegungen der Zehen handele).

Fig. 84.



Alles in allem erweisen diese klinischen Thatsachen die Nützlichkeit des Tibialis anticus in Hinsicht der normalen Stellung und Gestalt des Fusses.

Fig. 82 u. 83. Pes equinus zweiten Grades bei einem 5jährigen Knaben, während der Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel gesehen. Dieser Equinus ist in der Muskelruhe schon auf Fig. 80 u. 81 dargestellt und hatte die Stellung eines Equinus mit geringer Varusstellung; während der Beugung aber hat er die Stellung des Valgo-equinus angenommen (s. Fig. 83 vergl. mit Fig. 81) und die Hohlfussklaue, die dem Equinismus eigenthümlich ist, hat sich verstärkt. (s. Fig. 82 vergl. mit Fig. 80).

Fig. 84. Equinus in gerader Richtung dritten Grades in Folge von Atrophie des Tibialis anticus von 8jähriger Dauer bei einem Knaben von 10 Jahren; es ist die charakteristische Hohlfussklaue dieses Grades von Equinismus vorhanden.

C. Functionelle Störungen bei den Bewegungen des Fusses in Folge von Lähmung des Extensor digitorum communis longus.

457. Die Functionsstörungen, die man bei der willkürlichen Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel oder während des Stehens und Gehens, oder endlich bei der Stellung des Fusses in Muskelruhe in Folge von Lähmung des Extensor communis digitorum beobachtet, sind dieselben, wie diejenigen, die aus der Lähmung des Tibialis anticus resultiren, nur mit dem Unterschiede, dass während der Beugung der Fuss seine Seitwärts- und Drehbewegungen um die Längsaxe in entgegengesetzter Richtung ausführt. Demnach kann ein Kranker, der seines Extensor communis digitorum beraubt ist, seinen Fuss nicht beugen, ohne ihn in Adduction zu führen und seine Rückenfläche nach aussen zu kehren. Beim Gehen und Stehen wendet sich der Fuss der Art, dass er sich mit seinem Aussenrand mit dem Boden in Berührung befindet; die willkürliche Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel kann trotz des Verlustes des Extensor communis digitorum noch kraftvoll geschehen, aber die Beugung, die instinctiver Weise beim Gehen stattfindet, ist so schwach, dass die Fussspitze fast beständig gegen den Boden scharrt; endlich ist auch während der Muskelruhe die tonische Kraft der Strecker des Fusses bis zu dem Punkte vorherrschend, dass der Fuss, der beim Gehen oder Stehen den Anblick des Klumpfusses in Varusstellung darbot, mit Länge der Zeit die Stellung des Equinus in gerader Richtung annimmt.

Einige dieser pathologischen Erscheinungen stimmen vollkommen mit der elektrophysiologischen Studie über den Tibialis anticus (den Flexor adductorius) überein, da sie eben so wie die elektrophysiologische Versuchsweise die Einzelwirkung dieses Muskels zeigen.

Andere Störungen, die durch den Verlust des Extensor communis digitorum bedingt sind, würden zu analogen Betrachtungen Anlass geben, wie die sind, die ich bei Abhandlung der pathologischen Physiologie des Tibialis anticus entwickelt habe; der Mechanismus ihrer Entstehung ist derselbe, es wäre also überflüssig, sie von Neuem darzulegen.

Einige Thatsachen jedoch muss ich hier angeben, die der Lähmung des Extensor communis digitorum longus eigenthümlich sind, aus denen man ausserdem noch eine physiologische Lehre ziehen kann.

458. Bei Individuen, deren Extensor communis digitorum abgeschwächt oder gelähmt ist, beugt sich der Fuss mehr oder weniger im Medio-tarsalgelenk; die vordere Abtheilung des Fusses krümmt sich nach unten und innen, und an der Rückseite des Fusses sieht man mehr oder weniger hervortretende Vorsprünge, die von dem Kopfe des Calcaneus und Astragalus gebildet werden.

Diese Thatsache zeigt, wie ausserordentlich nützlich der Extensor communis digitorum als Verstärkung des Ligamentum · calcaneo-cuboïdeum und astragalo-scaphoïdeum dorsale ist, zweier Ligamente, die an sich ungenügend sind, das Mediotarsalgelenk fest in seiner Lage zu erhalten.

459. Ich habe einige Fälle beobachtet, in denen der Extensor communis digitorum longus, trotzdem er seine ganze Contractionskraft besass, die Fähigkeit verloren hatte, die Abduction des Fusses zu bewirken, allein dadurch, dass die Scheide, in welcher die vereinigten Sehnen dieses Muskels in der Gegend des Ligamentum annulare tarsi gleiten, nach innen verschoben war. Diese Verschiebung der Sehnenscheide des Extensor communis digitorum war bei Individuen zu Stande gekommen, bei denen der Tibialis anticus seit vielen Jahren contracturirt war. Lange Zeit hatte der Fuss die Stellung bewahrt, die der Wirkung dieses Muskels eigen ist, d. h. er war mehrere Jahre gebeugt, die Plantarfläche nach innen sehend, geblieben. Unter dem Einflusse gewisser orthopädischer Mittel hatte sich der Innenrand des Fusses gesenkt und in Folge davon hatte die Umkehrung des Fusses nach aussen beträchtlich abgenommen. Während der willkürlichen Beugung aber führte der Tibialis anticus den Fuss in seine alte fehlerhafte Stellung zurück, ohne dass die Individuen dagegen etwas thun konnten. Indessen contrahirte sich der Extensor digitorum communis bei dieser Beugung des Fusses energisch, und sicher hätte dies hingereicht, wenn seine Scheide sich in ihrer normalen Lage befunden hätte, die vorwiegende Thätigkeit des Tibialis anticus zu beschränken oder zu neutralisiren, um durch Combination mit ihr die Beugung in gerader Richtung zu bewirken. Da aber, wie ich oben angeführt habe, die Sehnenscheide mit der des Tibialis anticus zusammengeflossen war, so war der Extensor communis digitorum longus ein Hülfsmuskel des eben genannten Muskels geworden.

Diese klinische Thatsache beweist in Uebereinstimmung mit dem Experiment, dass die Abductionswirkung des Extensor com-

munis digitorum von der besonderen Lage, die seine Sehnenscheide im Ligamentum annulare tarsi einnimmt, abhängig ist.

460. Ebenso wie Schwäche oder Lähmung der Beuger des Fusses gegen den Unterschenkel schliesslich die zunehmende Retraction seiner Strecker herbeiführt, woraus der Equinismus entsteht, ebenso folgt der Abschwächung oder Atrophie der Strecker des Fusses nothwendiger Weise die Retraction seiner Beuger, und daraus entsteht der Pes talus.

Der Pes talus in Folge von Atrophie der Strecker des Fusses, bietet mehrere Varietäten, die in einige hauptsächliche Typen eingetheilt werden können.

461. Wenn alle diejenigen Muskeln, die auf den vorderen Fussbezirk die Wirkung üben, ihn gegen den hinteren Fussbezirk zu neigen (der Peronaeus longus, die Flexores digitorum), gelähmt oder atrophirt sind, während dabei der Triceps surae und der Tibialis anticus und Extensor communis digitorum longus ihre normale Kraft bewahrt haben, so wird die Ferse gesenkt, die Fusssohle neigt sich gegen den Unterschenkel und wird platt. Ich werde diese Form des Pes talus Talipes planus in gerader Richtung nennen.

Fig. 85.



Diese Art des Talipes habe ich bei der atrophischen Lähmung der Kindheit, obwohl ich hunderte von Fällen gesehen habe, noch nicht beobachtet. Er muss also bei dieser Affection sehr selten sein, aber man muss zugeben, dass er vorkommen kann.

Der Talipes planus in gerader Richtung ist nicht selten bei den angeborenen paralytischen Contracturen. Einen merkwürdigen Fall der Art habe ich bei einem Neugeborenen beobachtet, der — höchst merkwürdiger Weise — auf beiden Seiten einen verschiedenen Klumpfuss darbot. Der rechte Fuss war nämlich ein Talipes planus in gerader Richtung durch Contractur des Tibialis anticus und Extensor digitorum communis longus (s. Fig. 85), der linke Fuss war ein Pes varus durch Contractur des Tibialis anticus und Triceps surae. Dieser Neugeborene befand sich in einem der Säle des Hôtel Dieu, worin mein Freund Dr. Labric, Hospitalarzt,

Fig. 85. Angeborener directer Talipes planus bei einem 3 Wochen alten Kinde. Die Muskeln hatten ihre elektrische Erregbarkeit sämmtlich bewahrt, und bei der mikroskopischen Untersuchung sind ihre Fasern normal gefunden worden.

provisorisch fungirte; ich constatirte bei ihm, dass die elektrische Erregbarkeit in allen seinen bei der Bewegung des Fusses betheiligten Muskeln intact war; und da er 14 Tage später einer Cholera infantum erlag, so hat mir auch die nekroskopische Untersuchung erwiesen, dass die Ernährung der contracturirten und gelähmten Muskeln normal war. Dies hatte ich übrigens nach der elektromuskulären Untersuchung angekündigt, und es ist bei diesen angeborenen Lähmungen immer der Fall.

462. Wenn bei dem Talipes planus (durch Atrophie der Strecker des Fusses und der Muskeln, die die Vorderabtheilung des Fusses gegen seine hintere neigen), der Extensor communis digitorum longus geschwächt oder atrophisch ist, so sieht die Fusssohle nach innen, wegen der isolirten oder vorherrschenden Retraction des Tibialis anticus. Dies ist ein Talipes planus varus.

Augenblicklich beobachte ich bei einem 8jährigen Mädchen einen Talipes planus varus in Folge von atrophischer fettiger Lähmung des Triceps surae, des Peronaeus longus und der Flexores digitorum; der Extensor communis digitorum longus hat von seiner normalen Kraft eingebüsst, während der Tibialis anticus intact geblieben

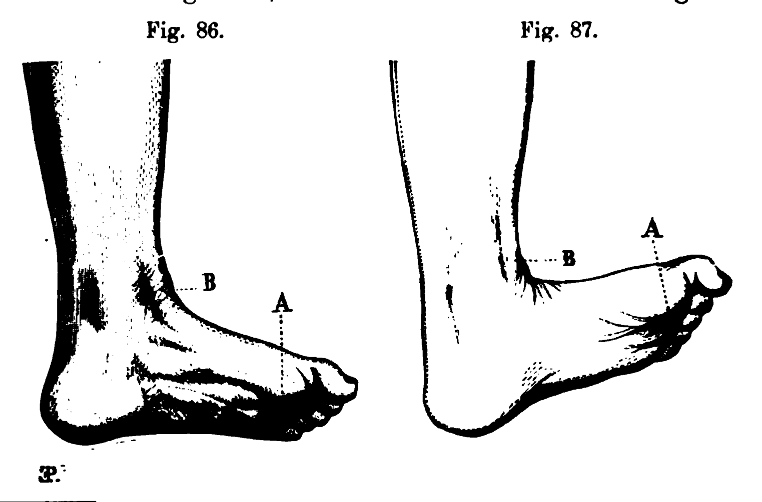


Fig. 86. u. 87. Talipes planus varus von 7½jähriger Dauer in Folge von atrophischer Lähmung der Kindheit. Die Muskeln an der Rückseite des Unterschenkels waren gelähmt, und keiner von ihnen antwortete auf den elektrischen Reiz, wahrscheinlich waren sie zum grossen Theil degenerirt; der Extensor communis digitorum war sehr wenig entwickelt, im Vergleich zum Tibialis anticus, der kräftig war und den Fuss in die Beugung unter Varusstellung zog. — In Fig. 86 sieht man den Fuss in der Muskelruhe, in Fig, 87 bei der Beugung gegen den Unterschenkel.

ist. Fig. 86 zeigt diesen Talipes planus varus von der Innenseite gesehen.

Er bietet noch nicht den höchsten Grad, würde aber sicher schliesslich dahin gelangen in Folge der zunehmenden Retraction des Tibialis anticus, wenn man nicht durch einen Stützapparat vorbeugte.

Der Grad, den der Talipes bei diesem jungen Mädchen erreichen könnte, ist mittels einer Linearzeichnung in Fig. 87 abgebildet, welche in dem Augenblicke, wo der Fuss kräftig gegen den Unterschenkel gebeugt wurde, nach der Natur ausgeführt ist.

463. Wenn bei dem Talipes durch Atrophie des Triceps surae die Flexores digitorum ebenfalls ihre Wirkung verloren haben, so wird der Innenrand der vorderen Fussabtheilung durch die übermässige Wirkung des Peronaeus longus gegen die hintere Abtheilung des Fusses progressiv gebeugt, und gleichzeitig wird der erste Mittelfussknochen hauptsächlich an seinem Phalangealende nach aussen angezogen und der Querdurchmesser des Vorderfusses verkleinert. Auf den Mechanismus der Bildung dieser Sorte von Hohlfuss, die ich Talipes cavus mit Drehung nach aussen genannt habe, will ich nicht zurückkommen.

464. Ist der Triceps surae allein atrophirt, so sieht man, wie die vordere Abtheilung des Fusses sich gerade gegen die hintere Abtheilung neigt, während die Ferse durch die nicht beschränkte tonische

Fig. 88. Fig. 89.



Fig. 88 u. 89. Talipes cavus von 8jähriger Dauer in Folge von atrophisher Lähmung der Kindheit bei einem 10jährigen Knaben. In Fig. 88 ist der Triceps surae zerstört, was einen directen Talipes cavus bedingt hat; in Fig. 89 sind der Triceps und der Peronaeus longus atrophisch, es ist daraus ein Talipes cavo-varus entstanden.

*) Anm. Die beiden Klumpfüsse gehören einem Kinde mit atrophischer Lähmung an, dessen Beobachtung ich an anderer Stelle mitgetheilt habe. (Electrisation localisée 2 édit. p. 278).

Wirkung des Tibialis anticus und der Extensores digitorum gesenkt wird. Dies ist ein directer Talipes cavus (s. Fig. 88).

465. Ist der Triceps surae und der Peronaeus longus atrophirt, während gleichzeitig die anderen den Fuss bewegenden Muskeln intact sind, so senkt sich die Ferse, während der Innenrand der vorderen Fussabtheilung durch die nicht gemässigte Wirkung des Tibialis anticus gehoben wird, und die letzten vier Mittelfussknochen erleiden eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung wie die Ferse, d. h. sie werden durch die Flexores digitorum geneigt. Diese Art des Klumpfusses ist ein Talipes cavo-varus der vorderen Fussabtheilung. (s. Fig. 89).

Man bemerkt, dass bei diesen Varietäten des Talipes varus die Zehen hakenförmig geworden sind. Den Mechanismus dieser Art von Klaue werde ich kennen lehren, wenn ich von den Bewegungen der Zehen handeln werde.

466. Wenn ich die Details, in die ich über den Mechanismus der verschiedenen Arten des Pes talus eingegangen bin, (1) Talipes planus in gerader Richtung, 2) Talipes planus in Varusstellung des Vorderfusses, 3) Talipes cavus mit Drehung nach aussen, 4) Talipes cavus in gerader Richtung, 5) Talipes cavus in Varusstellung der vorderen Fussabtheilung), zusammenfasse, so machen sie, ganz abgesehen davon, dass sie die Eigenwirkung gewisser Muskeln, die schon durch die elektrophysiologische Versuchsweise aufgehellt wurde, zu besserem Verständniss bringen, auch den Punkt leichter verständlich, wie die tonischen Muskelkräfte, die sich in verschiedener Weise auf die hintere und vordere Abtheilung des Fusses geltend machen, einander das Gleichgewicht bieten, um den Fuss in seiner normalen Form zu erhalten.

D. Aufhebung oder Erschwerung der Bewegungen des Tibio-tarsalgelenkes.

467. Die physiologische Beugung des Fusses setzt sich aus zwei Gelenkbewegungen zusammen, von denen die eine und zwar die hauptsächliche in Hinsicht des Umfanges und der Kraft in der Articulatio tibio-astragalea, die andere in der Articulatio calcaneo-astragalea vorgeht. Dieses letztere Gelenk bewegt sich nach Art einer Rolle, wie das erste, aber auf Grund der anatomischen Beschaffenheit seiner Gelenkoberflächen kann es die Beugung des

Fusses nicht bewirken ohne Abduction desselben und Erhebung seines Aussenrandes. — Ich komme auf diese Thatsachen im fünften Artikel, der den anatomischen Betrachtungen gewidmet ist, zurück.

Manche Füsse sind so gestaltet, dass die Bewegungen der Articulatio calcaneo-astragalea sehr beschränkt sind, und dass demzufolge die vorstehend ausgesprochenen physiologischen Thatsachen schwer zu constatiren sind. Die klinischen Thatsachen jedoch erweisen sie auf das augenscheinlichste. Wenn nämlich unter dem Einflusse eines pathologischen Zustandes die Bewegungen des Tibio-tarsalgelenkes verloren oder eingeschränkt werden, so sieht man, wie immer zunehmend eine Steigerung, die ich supplementär nennen will, der Beugung in der Articulatio calcaneo-astragalea eintritt.

Wenigstens geht die Wahrheit dieses Satzes aus einer gewissen Zahl von klinischen Thatsachen hervor, die zu beobachten ich Gelegenheit gehabt habe; ich will sie auszugsweise mittheilen.

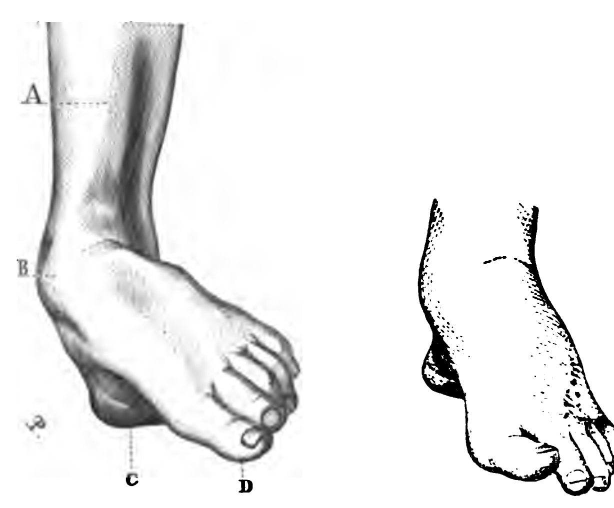
468. Man hat so eben gesehen, dass sich in Folge von Atrophie des Triceps surae die Ferse zunehmend senkt, dass der Astragalus eine Beugebewegung in seiner Gelenkverbindung mit der Tibia ausführt, dass sich dann die vordere Abtheilung des Fusses gegen die hintere bogenförmig krümmt, hauptsächlich in seiner Articulatio medio-tarsea, und einen Hohlfuss bildet mittels eines Muskelmechanismus, den ich oben auseinandergesetzt habe (s. 464 u. 465). Es folgt daraus, dass bei dieser Stellung die Beugung des Fusses in der Articulatio tibio-astragalea an ihrer äussersten Grenze angelangt ist, und dass sie durch die Bemühungen des Kranken in der Articulatio calcaneo-astragalea unaufhörlich streben muss, sich noch weiter zu verstärken, weil diese Beugebewegung in der Articulatio calcaneo-astragalea die Erhebung der Fussspitze bewirkt. Man sieht in der That die dreieckige Grube, die den Sulcus interosseus des Calcaneus nach aussen abschliesst, mit der Zeit tiefer werden und sich vergrössern, und dieses letztere Gelenk beschreibt dann die Rollbewegung, welche die Beugung des Fusses in Abductionsstellung bewirkt, in grösserem Umfange. — Ich werde sie beschreiben, wenn ich von der Wirkung des Extensor communis digitorum longus auf die Articulatio calcaneo-astragalea handeln werde.

Die Figg. 90 u. 91 geben eine exacte Vorstellung davon. Die erste stellt einen Talipes cavus in gerader Richtung in der Muskelruhe vor, sie gehört einem 11jährigen Knaben an, der im Alter von 1½ Jahren von einer atrophischen Lähmung, die auf die untere Gliedmasse beschränkt blieb, befallen worden war. Nach einigen

Wochen hatte das Glied seine Bewegungen wieder erlangt mit Ausnahme der Streckung des Fusses gegen den Unterschenkel. Mit der Zeit war sein Fuss so verbildet (s. Fig, 90) und kehrte sich so stark nach aussen, sobald er die Fussspitze erheben wollte (s. Fig. 91), dass er nicht gehen konnte, ohne zu hinken und ohne



Fig. 90. Fig. 91.



Ermüdung und selbst Schmerzen in der Articulatio tibio-tarsea dieser Seite zu empfinden. Die elektrische Untersuchung belehrte mich, dass eine Atrophie des Triceps surae genügt hatte, um mit Länge der Zeit diese schweren Veränderungen in der Form und den Bewegungen des Fusses herbeizuführen.

Es hatte also in Folge des Ausfalles der tonischen Kraft des Triceps surae, des einzigen Hebers der Ferse, diese sich gesenkt durch den continuirlichen Einfluss der tonischen Wirkung der Beuger des Fusses gegen den Unterschenkel, und zu gleicher Zeit war die vordere Abtheilung des Fusses in demselben Grade gegen die hintere geneigt worden durch den tonischen Widerstand des Peronaeus longus und des Flexor digitorum communis longus.

Fig. 90 u. 91. Talipes cavus in gerader Richtung bei einem 11jährigen Knaben in Folge einer atrophischen Lähmung, die im Alter von 2 Jahren eingetreten war und den Triceps surae zerstört hatte. Fig. 90 zeigt den Fuss, während er in Muskelruhe herabhängt; Fig. 91 zeigt ihn während der Beugung, wobei zugleich Valgusstellung eintritt und die Bewegung in der Articulatio calcaneo-astragalea geschieht.

Die gerade Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel schien beim ersten Anblick noch möglich sein zu müssen, weil alle Muskeln, die zu dieser Bewegung beitragen, intact waren. Ich constatirte aber, dass diese Beugung im Tibio-tarsalgelenk schon in ihrer äussersten Grenze angelangt war, was sich übrigens schon durch die starke Senkung der Ferse ankündigte, und ich beobachtete, dass, wenn das Individuum die Fussspitze erheben wollte, die Bewegung nur noch in der Articulatio calcaneo-astragalea möglich war. Demgemäss war diese Bewegung, die seit sehr vielen Jahren unaufhörlich und besonders beim Gehen stattfand und die Gelenkoberflächen in der Richtung der Beugung mit Abduction usurirt hatte, auf's äusserste übertrieben, wie es Fig. 91 zeigt. Sie kehrte beim Gehen jedesmal wieder, wenn das Glied von hinten nach vorn schwang, so dass der Fuss gerade dann in dieser fehlerhaften Stellung stand, wenn er, gegen den Boden gestützt, das Körpergewicht ertragen sollte.

Wie Jedermann begreift, muss bei einer solchen Stellung die Articulatio calcaneo-astragalea sehr schwach und Zerrungen und Subluxationen oder Luxationen ausgesetzt sein. Dies habe ich wirklich mehrere mal beobachtet. In einem dieser Fälle war die Umkehrung des Fusses nach aussen so stark, dass die Gliedmasse beim Stehen und Gehen auf dem Malleolus internus aufruhte.

Ich habe Gelegenheit gehabt, mehrere falsche Ankylosen des Tibio-tarsalgelenkes zu beobachten; dabei waren die Beugebewegungen der Articulatio calcaneo-astragalea eben so wie in den vorstehenden Fällen mehr oder weniger krankhaft gesteigert.

469. Bekanntlich sieht man nach einer Tenotomie, die gegen den Pes varo-equinus ausgeführt wurde, häufig einen Valgus erscheinen; ich habe mehrere Fälle der Art gesammelt. Dabei constatirte ich folgendes: Während der Muskelruhe war der äussere Knöchel stärker hervorspringend als im Normalzustande, der Fuss hatte die Varusstellung und konnte kaum in gerader Richtung gegen den Unterschenkel gebeugt werden. Sobald man ihn aber in die Abduction brachte, wurde die Beugung leicht und ging bis über den rechten Winkel hinaus. Was der geraden Beugung Widerstand leistete, war nicht die Achillessehne, denn man fühlte, dass sie erschlafft war, und ausserdem senkte sich die Ferse, wenn man die Beugung in Abductionsstellung steigerte, so weit, dass sie diese Sehne anspannte. Dieser Widerstand sass vielmehr, wie man recht gut fühlte, in der Articulatio tibio-astragalea.

Der Valgus in Folge einer Operation des Pes varo-equinus entsteht auf folgende Weise. Nach der Durchschneidung der Achillessehne entfernen sich die freien Enden dieser letzteren von einander, hauptsächlich unter dem Einflusse des Beugeapparates, in welchen das Glied gelegt wird. Da aber das Hinderniss für die Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel weniger von der Sehne abhängt, als von der Verkürzung des hinteren Bandapparates oder von fibrösen Adhärenzen des Tibio-tarsalgelenkes, so giebt dieses nur zum Theil nach. Der Fuss beugt sich dann in der Articulatio calcaneo-astragalea, welche den geringeren Widerstand leistet, die Ferse senkt sich noch um $^1/_2$ cm, und die Beugung wird etwas spitzwinklig. Aber wie man es jetzt vorraussehen kann, kaum ist der Kranke seines Apparates entledigt, so geht er mit einem Pes valgus, der nicht umhin kann, mit der Zeit noch zuzunehmen. *)

Alles in allem kann die stellvertretende Steigerung der Beugebewegung in der Articulatio calcaneo-astragalea, die unter den so eben dargelegten pathologischen Bedingungen stattfindet, gross genug werden, um zu verhindern, dass man beim Gehen gegen den Boden anstösst; dies gebe ich zu. Indessen verursacht die Unterdrückung oder Beeinträchtigung der Bewegungen des Tibio-astragal-Gelenkes gewisse Functionsstörungen, aus denen das Unzureichende der Bewegungen der Articulatio calcaneo-astragalea und die Gefahren ersichtlich werden, die die Folge der krankhaft gesteigerten Bewegungen dieses Gelenkes und im Vorstehenden angegeben worden sind.

Dritter Artikel.

Muskeln, welche die Seitwärtsbewegungen des Fusses bewirken.

Die Muskeln, die dem Fusse direct und ausschliesslich Seitwärtsbewegungen ertheilen, sind der Peronaeus brevis und der Tibialis posticus.

---

*) Man vermeidet die Entstellung, von der hier die Rede ist, wenn der Fuss während der Wirkung des Beugeapparates, den man nach der Durchschneidung der Achillessehne anlegt, in leichter Varusstellung erhalten wird.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

I. Peronaeus brevis. — 1) Die Faradisation des Peronaeus brevis bewirkt die Abziehung des Fusses mit grösserer Kraft wie der Peronaeus longus.

2) Derselbe Muskel erhebt den Aussenrand des Fusses ziemlich energisch, und manchmal, z. B. bei Kindern und jungen Individuen, stellt er den fünften Mittelfussknochen auf eine höhere Ebene als die des vierten Mittelfussknochens. In Folge dieser Erhebung des Aussenrandes des Fusses hat seine Plantarfläche eine Tendenz, etwas nach aussen zu sehen.

3) Wenn der Fuss in äusserster Streckung steht, so sieht man ihn im Augenblick, wo man den Peronaeus brevis zur Contraction bringt, sich gegen den Unterschenkel beugen; wenn er sich dagegen spitzwinklig gegen den Unterschenkel gebeugt findet, so streckt er sich, bis er beinahe einen rechten Winkel mit dem Unterschenkel bildet. Diese Bewegungen, deren Mittelpunkt im Tibio-tarsal-Gelenke liegt, werden nur mit geringer Kraft ausgeführt.

II. Tibialis posticus. — Unter normalen Verhältnissen ist der Tibialis posticus für die locale Faradisation nicht zugänglich, nur wenn der Triceps surae atrophisch war, ist es mir möglich gewesen, am Lebenden seine isolirte Wirkung zu studiren. Um der Eigenwirkung dieses Muskels gewisser zu sein, habe ich ihn an Unterschenkeln losgelöst, die man frisch amputirt hatte; ich durchschnitt dann die Sehnen der Flexores digitorum und brachte ihn einmal für sich allein, und dann vergleichsweise mit dem Tibialis anticus und dem Triceps surae zur Contraction. Dabei machte ich folgende Beobachtungen:

1) Der Fuss begab sich mit grosser Kraft in die Adduction. Diese Adductionsbewegung war viel umfänglicher wie die, welche der Tibialis anticus hervorbringt. Der Aussenrand des Fusses wurde convex und sein Innenrand concav, in geradem Verhältniss zu der Stärke der Contraction des Tibialis posticus. Der Kopf des Astragalus und das vordere Ende des Calcaneus machten auf der Rückenfläche des Fusses einen Vorsprung.

2) Während dieser Adductionsbewegung stand der Innenrand des Fusses oder der Submetatarsal-Vorsprung nur wenig höher wie sein Aussenrand.

3) Ebenso wie der Peronaeus brevis stellt auch der Tibialis posticus den Fuss in eine Mittelstellung zwischen Streckung und Beugung. Er beugt wie dieser Muskel sein vorderes Ende, wenn dieses gesenkt ist, und senkt es, wenn es erhoben ist; aber diese Bewegungen der Streckung oder Beugung führt er nur schwach aus.

B. Bemerkungen.

470. Die umfänglichste Bewegung, die von dem Peronaeus brevis oder dem Tibialis posticus bewirkt wird, und diejenige, wobei sie die grösste Kraft entfalten, ist die Abziehung oder die Anziehung des Fusses. Die beiden Muskeln sind die einzigen, welche diese Seitwärtsbewegungen unabhängig von der Beugung oder Streckung des Fusses gegen den Unterschenkel, vollziehen können. Aus diesem Grunde kann man sie, wenn man ihre Benennung von dem hauptsächlichen Zwecke hernimmt, zu dem sie geschaffen worden sind, Adductor oder Abductor pedis nennen.

471. Die beiden Muskeln haben hauptsächlich die Bestimmung, die Seitwärtsbewegungen des Fusses zur Zeit, wo er rechtwinklig gegen den Unterschenkel gebeugt ist, zu bewirken. Wie ich nämlich gezeigt habe, sind die Seitwärtsbewegungen, welche von den anderen den Fuss bewegenden Muskeln ausgeführt werden, von der Streckung oder Beugung unzertrennlich.

Zwar könnten die letzteren, wenn ihre Thätigkeit combinirt würde, den Fuss in einer Mittelstellung zwischen Streckung und Beugung erhalten und die Anziehung oder Abziehung ausführen. Aber auf Kosten welcher Anstrengungen würde man diese Resultate erhalten haben! Anstrengungen, die unvermeidlich zur Ermüdung geführt haben würden. Nur dann, wenn die Seitwärtsbewegungen zur Zeit, wo der Fuss im rechten Winkel gebeugt ist, einen grossen Widerstand zu überwinden haben, haben diese Muskelcombinationen statt. Sie kommen dann den Mm. peronaeus brevis und tibialis posticus zu Hülfe; dagegen tritt in dem Fall, dass die Bewegungen ohne grössere Kraft geschehen müssen, nur einer von diesen beiden Muskeln allein in Action.

472. Aus den Versuchen, die oben berichtet worden sind, geht hervor, dass sich der Peronaeus brevis und Tibialis posticus der spitzwinkligen Beugung des Fusses widersetzen und den letzteren, wenn er in Streckung steht, ungefähr in eine rechtwinklige Beuge-

stellung versetzen. Diese Bewegungen machen sich jedoch mit so geringer Kraft auf das Tibio-tarsal-Gelenk geltend, dass es beinahe gestattet ist, von ihnen abzusehen. Daraus folgt ein Vortheil: sie können nämlich zu den Seitwärtsbewegungen des Fusses mitwirken, die während der Beugung oder Streckung geschehen, ohne dass dadurch ein erheblicher Antagonismus gegen die anderen Muskeln geschaffen wird.

473. Da die Drehbewegungen, welche von dem Peronaeus brevis und Tibialis posticus auf die Längsaxe des Fusses geübt werden, in entgegengesetzter Richtung stattfinden, so erhalten sie diesen letzteren kräftig in einer festen Stellung, sobald sie gleichzeitig statthaben. Man begreift, von welchem Nutzen es war, dass diese Bewegungen frei und ohne Anstrengung dann ausgeführt werden konnten, wenn der Fuss im rechten Winkel gegen den Unterschenkel gebeugt ist, d. h. ohne die Mitwirkung derjenigen Muskeln, die die Streckung oder Beugung des Fusses bewirken. So hat beim aufrechten Stehen der Peronaeus brevis und Tibialis posticus die Bestimmung, den Fuss fest in seiner Lage zu erhalten und seine Umkehrung nach aussen oder innen zu verhindern. Nur bei grossen Anstrengungen haben sich alle Muskeln gleichzeitig zu contrahiren, um die Umkehrung des Fusses nach der einen oder der anderen Richtung zu verhindern.

474. Wenn ich den Tibialis posticus zur Contraction brachte, so führte der Fuss die Adductionsbewegungen aus, die ich oben beschrieben habe. Während nun der Fuss in der Stellung, die der Wirkung dieses Muskels eigen ist, stand, reizte ich noch seinen Tibialis anticus; alsdann erhob sich die innere Hälfte des vorderen Fussabschnittes beträchtlich, und der Fussrücken neigte sich stark nach aussen; der Knochenvorsprung, der von dem Kopfe des Astragalus und dem vorderen Ende des Calcaneus gebildet wird, verschwand; der Aussenrand des Fusses, welcher eine Bogenlinie bildete, begab sich wieder in seine normale Stellung; die Adduction nahm so ab, dass sie kaum noch merklich war; endlich beugte sich der Fuss stark gegen den Unterschenkel.

Während sich der Fuss in dieser letzteren Stellung befand, brachte ich den Tibialis posticus von neuem in starke Contraction, und der Fuss streckte sich, bis er dazu gelangte, einen rechten Winkel mit dem Unterschenkel zu bilden; der Innenrand der vorderen Fussabtheilung senkte sich sehr merklich gegen dessen hintere Ab-

theilung, zu gleicher Zeit neigte sich die vordere seitwärts nach innen, so dass der Aussenrand des Fusses convex und sein Innenrand concav wurde; der Kopf des Astragalus und das vordere Ende des Calcaneus traten reliefartig an dem Fussrücken hervor; endlich sah der Fussrücken sehr wenig nach aussen.

Diese vergleichsweisen Versuche beweisen, dass sich der Tibialis anticus der mächtigen Anziehung des Fusses, die dem Tibialis posticus eigen ist, widersetzt, dass dagegen der letztere nicht gestattet, dass sich der Fussrücken so stark nach aussen kehrt, wie unter dem Einflusse des Tibialis anticus; mit anderen Worten, der Tibialis posticus bewirkt kräftig die Anziehung des Fusses und nur sehr schwach seine Drehung nach aussen, während der Tibialis anticus ein mächtiger Drehmuskel des Fusses nach aussen ist und nur schwach die Anziehung bewirkt. Es ist wohl nicht nöthig, zu sagen, dass die genaue Kenntniss der im Vorstehenden berichteten Thatsachen ein ganz besonderes Interesse für die Muskelpathologie hat. Ich werde demnächst zeigen, dass sich der Mechanismus dieser verschiedenen der Einzelthätigkeit dieser Muskeln eigenen Bewegungen durch die Gelenkbewegungen erklärt, die sie hervorbringen (s. Abschnitt C Abziehung und Anziehung des Fusses, 550—558).

§ II. Pathologische Physiologie.

475. Allemal wenn ich den Peronaeus brevis gelähmt oder atrophisch fand, konnte der Fuss nicht in die Abziehung gebracht werden, ohne gleichzeitig durch den Extensor communis digitorum, der bekanntlich sein Flexor abductorius ist, gebeugt, oder durch den Peronaeus longus, der sein Extensor abductorius ist, gestreckt zu werden. Nur durch die combinirte Contraction dieser beiden Muskeln und unter grossen Anstrengungen konnte es der Kranke dann dazu bringen, seinen Fuss in gerader Richtung etwas nach aussen zu führen und ihn dabei in der Mittelstellung zwischen Streckung und Beugung zu erhalten; aber die Bewegung fand kraftlos statt und hatte keinen grossen Umfang.

Diese klinischen Thatsachen bestätigen, was schon durch die elektrophysiologische Versuchsweise bewiesen wurde, dass nämlich der Peronaeus brevis der einzige Muskel ist, der in unabhängiger Weise die directe Abziehung des Fusses bewirken kann.

476. Der Einfluss der tonischen Kraft des Peronaeus brevis und Tibialis posticus auf die Form und Stellung des Fusses wird

durch die Lähmung eines von beiden Muskeln ins Licht gestellt. Wird nämlich einer von beiden Muskeln gelähmt oder atrophisch, so verleiht sein Gegner oder Beschränker durch seine continuirliche tonische Wirkung dem Fusse die Gestalt und die Stellung, von der wir sahen, dass er sie unter dem Einflusse der localen Faradisation einnahm, und die hier von neuem zu beschreiben überflüssig wäre. Aber mit Länge der Zeit wird die Eigenthätigkeit dieses Muskels krankhaft gesteigert und dadurch die Gelenkoberflächen in zunehmender Weise verbildet.

Auf diese Weise sieht man in Folge von Atrophie oder Lähmung des Peronaeus brevis Varusstellungen dritten Grades entstehen, indem die continuirliche tonische Wirkung des Tibialis posticus ihren Einfluss übt und in den Articulationes medio-tarsea und calcaneo-astragalea erhebliche Veränderungen, sogar wirkliche Subluxationen hervorruft. Der Längsdurchmesser des Kahnbeins, der normaler Weise quer gerichtet ist, nimmt die Richtung von hinten nach vorn an; seine concave Gelenkfacette wird nach aussen gedreht; die, welche mit den Keilbeinen in Verbindung steht, steht nach innen; sein Tuberculum, welches für gewöhnlich am Innenrande des Fusses hervorspringt, sinkt ein und verschwindet unter dem Malleolus internus. Der grösste Theil des Kopfes des Astragalus wird in Folge davon unter den Weichtheilen bloss gelegt. Das Würfelbein folgt dieser Bewegung, es verlässt fast gänzlich die Facette des Calcaneus, um weiter unten und innen mit diesem Knochen zu articuliren.

Der Medio-tarsalwinkel verräth sich am Lebenden durch den Vorsprung des Kopfes des Astragalus am Fussrücken, durch den des vorderen Endes des Calcaneus an seinem Aussenrande. An diesem Aussenrande des Fusses findet man die beiden Seiten des Winkels heraus, die zu einander senkrecht stehen und in der Articulatio calcaneo-cuboïdea auf einander treffen. Von diesen beiden Seiten wird die eine vom Calcaneus gebildet, die andere vom Os cuboïdeum und dem fünften Mittelfussknochen. Diese beiden letzteren sind selbst etwas winklig gegen einander, so dass das hintere Ende des fünften Mittelfussknochens an der convexen Seite des Mediotarsalwinkels einen dritten Knochenvorsprung bildet. *)

---

*) Diese Beschreibung, welche in vollkommen exacter Weise die Veränderungen schildert, die ich im Varus dritten Grades in Folge von Contractur des Tibialis posticus beobachtet habe, habe ich meinem Freunde Bouvier entlehnt. Sie findet sich auf S. 186 seines bemerkenswerthen Buches Leçons cliniques sur les maladies chroniques de l'appareil locomoteur. 1858 chez J. B. Baillière et fils.

Die Contracturen des Peronaeus brevis in Folge von Lähmung oder Atrophie des Tibialis posticus bewirken eine Entstellung des Fusses in entgegengesetzter Richtung als die vorhergehende, die aber niemals denselben hohen Grad erreicht, weil die Seitwärtswirkung des Peronaeus brevis auf das Medio-tarsalgelenk nur sehr beschränkt ist.

Alles in allem geben die erheblichen Entstellungen, die ich so eben beschrieben habe, die durch die Contractur des Tibialis posticus verursacht sind, von der Eigenwirkung dieses Muskels auf die verschiedenen Gelenke des Fusses eine vollständigere Vorstellung als die elektromuskuläre Versuchsweise; sie zeigen den Einfluss, den seine tonische Kraft auf Gestalt und Stellung des Fusses übt und den grossen Nutzen des Peronaeus brevis als Beschränker der tonischen Kraft des Tibialis posticus, besonders in Hinsicht auf die Bewahrung der normalen Gestalt des Fusses.

477. Die differentiellen Bewegungen, welche die Eigenthätigkeit des Tibialis posticus und des Tibialis anticus charakterisiren (s. 474), müssen ihre Analoga in der Muskelpathologie haben. Wären sie zutreffend beschrieben worden, so hätten wahrscheinlich die Beobachter Beispiele davon angeführt. Ich meinerseits habe Fälle der Art gesammelt.

Aber die Ausdrücke der Pathologie fehlen, sie richtig zu bezeichnen. So bezeichnet das Wort Varus die Anziehung des Fusses und seine Drehung von innen nach aussen um die Längsaxe des Fusses. Nun ist dieses Wort auf die Stellung anwendbar, die der Fuss annimmt, wenn der Tibialis anticus oder Tibialis posticus contracturirt ist, wohlverstanden, wenn man von seinem Zustande der Beugung oder Streckung gegen den Unterschenkel absieht. Trotzdem ist die Stellung oder vielmehr Entstellung des Fusses in diesen beiden Fällen sehr verschieden. Man erinnert sich nämlich, dass durch die Contractur des Tibialis anticus die Rückenfläche des Fusses sehr nach aussen umgekehrt, und seine Adduction kaum ausgesprochen ist, während bei der Contractur des Tibialis posticus die Rückseite des Fusses nur wenig nach aussen umgekehrt und die Anziehung des Fusses bei Weitem bedeutender ist. Ueberdies sind die Verbildungen der Gelenkoberflächen in diesen beiden Stellungen wesentlich verschieden.

Man müsste also einen Ausdruck anwenden, welcher das Vorherrschen des einen oder anderen Zustandes, die in ihrer Vereinigung den Varus constituiren, bezeichnete, d. h. das eine Mal die vorherr-

schende Umkehrung des Fusses nach aussen, das andere Mal seine vorherrschende Adduction.

478. Die Eigenwirkung und die Funktionen des Peronaeus brevis waren mit denen des Peronaeus longus zusammengeworfen worden. Die klinische Beobachtung hätte eine besonders für die chirurgische Praxis so beklagenswerthe Verwirrung verhindern müssen. *) Wirklich genügt es die Störungen zu vergleichen, die die Folge der Lähmung des Peronaeus brevis sind, und derjenigen, die durch die Lähmung des Peronaeus longus bewirkt werden (s. D. 419), um auf die Verschiedenheit der Functionen dieser beiden Muskeln zu schliessen, wie übrigens auch die elektrophysiologische Versuchsweise vollkommen klargestellt hat.

479. Die klinische Beobachtung erweist noch besser, wie die elektromuskuläre Versuchsweise, wie schwach und beschränkt die Seitwärtswirkung des Tibialis anticus auf das Medio-tarsalgelenk ist, wenn sie mit der des Tibialis posticus verglichen wird. In einer gewissen Zahl von Fällen habe ich Gelegenheit gehabt, die Contractur des Tibialis anticus zu beobachten; ich kann erklären, dass in keinem dieser Fälle die leichteste Krümmung des Aussenrandes oder des Innenrandes des Fusses, welche nur die geringste Bewegung der vorderen Fussabtheilung gegen die hintere von aussen nach innen anzeigte, gefunden habe.

Damit die Adductionswirkung des Tibialis anticus ausgesprochen wird, muss, wie ich schon dargethan habe, eine Contractur des Triceps surae zu gleicher Zeit mit der Contractur des ersteren Muskels bestehen; mit anderen Worten, die Thätigkeit dieses Muskels macht sich auf das Medio-tarsalgelenk nur bemerklich, wenn ein Widerstand gegen die Beugung des Fusses vorhanden ist.

Ganz sicher bleibt der Tibialis anticus der Entwickelung jener Varusstellungen dritten Grades vollkommen fremd, bei welcher die Seitwärtsbewegung des Medio-tarsalgelenkes derartig ist, dass der

---

*) Anm. Die Folge dieser Verwirrung ist die Durchschneidung der Sehnen des Peronaeus brevis und Peronaeus longus oberhalb und nach hinten vom Malleolus externus zum Zwecke der chirurgischen Behandlung des schmerzhaften Pes plano-valgus gewesen. Ich habe gezeigt, wie sehr diese Operation den Aufschlüssen zuwider läuft, die man über die Entstehung des Pes plano-valgus durch das Experiment und die klinische Beobachtung erhält, und wie betrübend die Folgen dieser Operation sind.

vordere Fussabschnitt im rechten Winkel gegen den hinteren eingeschlagen ist, wie oben beschrieben worden ist. (s. 476).

480. Bei solchen Personen, deren Fuss häufig beim Gehen nach innen umknickte, und die sich auf diese Weise Distorsionen zuzogen oder disponirt waren, dies zu thun, habe ich eine Schwäche des Peronaeus brevis constatirt.

Analoge Functionsstörungen, wie die so eben beschriebenen, aber in entgegengesetztem Sinne, lassen sich beobachten, wenn der Tibialis posticus gelähmt oder abgeschwächt ist. Diese klinischen Thatsachen beweisen, dass diese Muskeln nothwendig sind, um zu verhindern, dass sich der Fuss beim Aufrechtstehen oder -gehen nach innen oder aussen umkehrt.

In Folge des Verlustes dieser beiden Muskeln nimmt der Fuss mit Länge der Zeit die Valgusstellung der hinteren Fussabtheilung an, und dies beweist, dass beim Stehen auf den Füssen der Calcaneus, zwischen das Körpergewicht und den Widerstand des Bodens gepresst, die natürliche Tendenz hat, sich in der Articulatio calcaneo-astragalea nach aussen zu drehen. Diese Thatsachen zeigen, wie nützlich der Tibialis posticus und besonders der Triceps surae, der, wie man sich erinnert, der Extensor adductorius ist, sich darin erweisen, dass sie sich einer solchen Umkehrung des Fusses nach aussen widersetzen.

481. Diese Verunstaltung als Folge des Verlustes des Tibialis posticus und des Peronaeus brevis ist im Ganzen nur geringfügig und verursacht verhältnissmässig nicht so schwere Functionsstörungen wie diejenigen, die durch die Lähmung eines einzigen der beiden vorstehenden Muskeln und besonders des Peronaeus brevis bedingt werden.

Man kann dasselbe von den meisten partiellen Lähmungen sagen, wenn man sie mit der Lähmung en masse der den Fuss gegen den Unterschenkel bewegenden Muskeln vergleicht. Demzufolge bin ich auch nach Beobachtung zahlreicher klinischer Thatsachen dahin gelangt, den folgenden Satz aufzustellen: *Es ist besser, wenn man alle Muskeln, die den Fuss gegen den Unterschenkel bewegen, verloren hat, als wenn man davon eine gewisse Zahl behält.*

Dieser Satz ist manchen paradox erschienen und ist dennoch vollkommen wahr. Ich besitze die Abgüsse einer grossen Zahl von Füssen, bei denen alle zu seiner Bewegung dienenden Muskeln von der zeitigsten Kindheit ab oder seit einer mehr oder weniger grossen Reihe von Jahren atrophirt waren. Diese Füsse bieten nun keine

andere auffällige Verunstaltung, als einen leichten Valgus der hinteren Fussabtheilung dessen Entstehungsmechanismus ich eben kennen gelehrt habe (s. 480). Individuen, die mit dieser Lähmung behaftet sind, zeigen nur einen geringen Grad des Hinkens. Um ihnen das Gehen mit Leichtigkeit zu ermöglichen, genügt ein Schuhwerk mit festen Kappen, das den Fuss im rechten Winkel gebeugt erhält. — Ich behalte mir vor, in der Folge diejenigen Functionsstörungen zu beschreiben, die im zweiten Zeitabschnitte des Ganges durch den Verlust der Bewegungen des Fusses gegen den Unterschenkel verursacht werden, und zu beweisen, dass sie nicht erheblich sind.

Man möge sich jetzt an die schweren Functionsstörungen und die Verbildungen erinnern, die die unvermeidliche Folge des Verlustes eines einzigen von den den Fuss gegen den Unterschenkel bewegenden Muskeln in Folge der Retraction ihrer antagonistischen Muskeln sind, wie z. B. nach Lähmung oder Atrophie des Triceps surae (s. S. 347 B), des Peronaeus longus (s. S. 351 D), des Tibialis anticus (s. S. 386 B), des Extensor communis digitorum longus (s. S. 389 C), des Tibialis posticus und des Peronaeus brevis (s. S. 402 § II). Wenn man sieht, dass die Individuen, die mit gewissen partiellen Muskelläsionen behaftet sind, sich fast sämmtlich Operationen unterziehen müssen, durch die nur die Stellung oder Gestalt ihres Fusses verbessert wird, dass sie ausserdem dazu verurtheilt sind, ihr ganzes Leben lang complicirte Apparate zu tragen, zu dem Zwecke, nur das Stehen oder Gehen möglich zu machen, oder auf die Gefahr hin, dass sich die Contracturen und Entstellungen aufs neue einstellen, so werden gewiss Alle mit mir wiederholen: *es ist besser, alle den Fuss gegen den Unterschenkel bewegenden Muskeln zu verlieren, als nur einen bestimmten Muskel.*

Vierter Artikel.

Muskeln, die die Zehen bewegen.

Die Muskeln, die die Zehen bewegen, sind 17 an der Zahl. Drei sind zur Streckung der ersten Phalangen bestimmt: Der Ex-

tensor digitorum communis longus, der Extensor longus hallucis, der Pediaeus, (Extensor digitorum communis brevis); zwei für die Beugung der dritten und zweiten Phalangen: der Flexor digitorum communis longus und sein Verstärkungsmuskel, der in physiologischem Sinne nur einen Anhang von ihm darstellt; zwei dienen zur Beugung der zweiten Phalangen: der Flexor communis digitorum brevis und der Flexor longus pollicis; 12 dienen zu gleichzeitigen Beugebewegungen der ersten Phalangen und Streck- und Seitwärtsbewegungen der zweiten und dritten Phalangen: die Interossei, die Lumbricales, der Adductor hallucis, der Flexor brevis hallucis, der Abductor hallucis, ferner der Abductor digiti minimi und der Flexor brevis digiti minimi.

Die einfache Aufzählung der Eigenwirkung der vorstehenden Muskeln muss den Leser vermuthen lassen, dass in Beziehung auf den Mechanismus ihrer Wirkung eine grosse Analogie zwischen diesen Muskeln und denen, die die Finger und den Daumen an der Hand bewegen, besteht. Die Betrachtungen, die über diesen Gegenstand bei der Studie über die die Finger bewegenden Muskeln entwickelt worden sind, sind also auch auf die Muskeln der Zehen anwendbar.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Extensor communis digitorum longus, Extensor hallucis longus, Pediaeus.

482. Als ich vorher im ersten Artikel dieses Capitels vom Extensor communis digitorum longus und dem Extensor hallucis longus in Hinsicht auf die Beugebewegungen, die diese Muskeln dem Fusse gegen den Unterschenkel ertheilen, handelte, habe ich mir vorbehalten, in diesem vierten Artikel die besondere Wirkung darzulegen, die sie auf die Zehen ausüben, weil ebenso wie bei den Streckmuskeln der Finger an der Hand die physiologische Studie über diese letztere Wirkung nicht von der über die anderen die Zehen bewegenden Muskeln getrennt werden kann, sobald es sich darum handelt, den Mechanismus der physiologischen Bewegung dieser Theile klarzulegen.

Ich werde also bei den Muskeln, die die Streckung der Zehen bewirken, von denjenigen Bewegungen absehen, die sie dem Tibio-tarsalgelenk ertheilen, obgleich sie in Wirklichkeit auf dieses Gelenk und das Mittelfuss-phalangeal-Gelenk gleichzeitig wirken.

483. Wenn man die Contraction des Extensor communis digitorum longus hervorruft, während der Fuss, ohne auf dem Boden zu ruhen, sich in der Stellung, die der Muskelruhe entspricht, befindet, so strecken sich zuerst die vier letzten Zehen in toto gegen ihre Mittelfussknochen. Darauf, wenn der Fuss bei einer stärkeren Contraction dieses Muskels bis zu einem gewissen Grade der Beugung gegen den Unterschenkel gelangt ist, neigen sich die beiden letzten Phalangen gegen die ersten, deren Streckung noch zunimmt. (s. Fig. 78.)

484. Der Mechanismus der Klauenbildung, die man dabei beobachtet, hat eine grosse Aehnlichkeit mit dem der Klaue, die bei der Faradisation des Extensor communis digitorum an der Hand entsteht (s. Fig. 23 u. Nr. 172). Das heisst, die Beugung der beiden letzten Phalangen in diesem Falle resultirt von der Verlängerung des Flexor longus digitorum communis in Folge der Beugung des Fusses und der Streckung der ersten Phalangen.

Die Klaue an der Zehe ist in diesen Versuchen weit weniger ausgesprochen, als die Klaue der Finger an der Hand, hauptsächlich deswegen, weil die Zehenphalangen kürzer sind, als die der Finger. Oft ist diese Klaue sogar bei maximaler Contraction des Extensor communis digitorum kaum merklich, wegen der relativen Schwäche des Flexor longus digitorum communis im Vergleich zu den Interosseis. — Ich werde bald nachweisen, dass der Einfluss dieser Schwäche sich auf die Stellung der Zehen in Muskelruhe geltend macht, und werde sagen, welche tonischen Kräfte zur Bildung dieser Stellung mitwirken.

Selbst in den Fällen, wo die energischste elektrische Contraction des Extensor digitorum communis longus keine Krallenstellung der Zehen bewirkt, kann man dadurch, dass man die beiden letzten Phalangen in der Beugung erhält, constatiren, dass dieser Muskel hauptsächlich die ersten Phalangen streckt, denn man spürt dabei nicht, dass diese Contraction die beiden letzten Phalangen kräftig aufzurichten strebt.

485. Wird der Extensor hallucis longus faradisirt, so verhält er sich zur ersten Phalanx der grossen Zehe genau so wie der Extensor digitorum communis longus zu den ersten Phalangen der anderen Zehen; mit anderen Worten, in dem Augenblicke, wo der Extensor hallucis longus die erste Phalanx kraftvoll streckt, wird für gewöhnlich die zweite Phalanx in Folge der Verlängerung des Flexor longus hallucis gebeugt.

Wenn während der Contraction des Extensor hallucis longus

diese Beugung der zweiten Phalanx der grossen Zehe in Folge der Schwäche des Flexor longus hallucis nicht stattfindet, so kann man doch ebenso wie beim Extensor communis digitorum constatiren, dass die Kraft der Streckung, die er auf die zweite Phalanx übt, nur schwach, wenn nicht vollkommen null ist. — Es ist wohl nicht nöthig, noch darauf aufmerksam zu machen, dass sich der Extensor hallucis longus durch seine auf die erste Phalanx beschränkte Wirkung vom Extensor longus pollicis unterscheidet, welcher letztere, wie man gesehen hat (s. S. 165), gleichzeitig beide Phalangen des Daumens streckt.

486. Während ich den Extensor communis digitorum longus und den Extensor hallucis longus zur Contraction brachte, habe ich nicht die geringste Seitwärtsbewegung der Zehen bemerkt, die Streckung jeder ersten Phalanx gegen ihren Mittelfussknochen geschieht dabei in gerader Richtung.

Nicht ebenso verhält es sich mit dem Pediaeus, denn während dieser die Streckung der ersten Phalangen bewirkt, neigt er sie auch seitlich gegen die kleine Zehe. Diese Seitwärtsbewegung ist bei der grossen und der zweiten Zehe sehr ausgesprochen und nimmt von der dritten bis zur fünften Zehe mehr und mehr ab. Bei dieser letzteren ist sie kaum noch merklich.

Alles in allem ist der Pediaeus für den Extensor longus communis digitorum dasselbe, wie die Extensores proprii digitorum an der Hand für den Extensor communis digitorum.

B. Flexor digitorum communis longus mit seinem Hülfsmuskel, Flexor brevis digitorum communis, Flexor hallucis longus.

487. Da der Flexor digitorum communis longus zum grossen Theile von dem Triceps surae (Gemelli und Soleus) bedeckt ist, so kann er nur nach innen von der Achillessehne direct gereizt werden, dort aber trifft man noch genug seiner Fasern subcutan, um die Beugung der dritten Phalangen an den vier letzten Zehen hervorzurufen.

Da sich in der Nähe des Punktes, wo dann die Elektroden angesetzt sind, der Nervus tibialis posticus befindet, so gelangt die Reizung oft bis an den Nerven, so schwach der Strom auch sein mag; daher ist man unter normalen Verhältnissen nicht sicher, dass man nicht gleichzeitig den Flexor communis digitorum brevis zusammen mit dem Flexor communis digitorum longus gereizt hat. Da ich aber Gelegenheit hatte, Individuen zu beobachten, bei denen die gesammten Fusssohlen-Muskeln atrophirt waren, so war ich

sicher, wenn ich die Elektroden an den oben angegebenen Punkt anlegte, nur den Flexor longus digitorum communis in Contraction zu versetzen. — Auch an frisch amputirten Gliedern, bei denen alle Muskeln blossgelegt waren, habe ich diesen Muskel zur Contraction gebracht.

488. Die Experimente, die ich an amputirten Gliedmassen, deren Erregbarkeit noch intact war, angestellt habe, ergaben folgende Resultate. Der Flexor digitorum communis longus wurde in seiner ganzen Länge blossgelegt, indem ich den Triceps surae und den Flexor digitorum communis brevis, die ihn bedecken, wegnahm, darauf wurden die Elektroden in der Gegend des Eintrittspunktes seines Nervenastes angelegt, so dass man die Gesammtheit der Muskelfasern, die in seine Bildung eingehen, erregte. Darauf beobachtete ich folgendes: 1) Bei einem mässigen Strome beugten sich die beiden letzten Phalangen gegen die ersten, und zwar die dritten mit grösserer Kraft als die zweiten, 2) bei maximaler Contraction beugten sich auch die ersten Phalangen, dies geschah aber ohne Kraft. 3) Während ihrer Beugung erfuhren die Zehen, besonders die beiden letzten, eine Torsionsbewegung um ihre Axe der Art, dass ihre Enden nach innen sahen.

Aus diesem Versuche geht hervor, dass der Flexor longus communis digitorum nur die dritten Phalangen kräftig beugt, denn bei maximaler Contraction des Muskels konnte ich die dritten Phalangen nicht aufrichten, während die zweiten der leichtesten Anstrengung, die ich machte um sie gegen die ersten zu strecken, nachgaben. Was diese letzteren betrifft, so boten sie der Streckung fast gar keinen Widerstand.

Der Muskel wirkt also auf die Beugung der Zehenphalangen in derselben Weise, wie der Flexor profundus an den Fingern.

489. Noch eine wichtige Thatsache wurde durch diesen selben Versuch klargestellt, nämlich die Drehbewegung von aussen nach innen gegen die Axe der ersten Phalanx und die Seitwärtsneigung nach innen, welche die beiden gebeugten Phalangen unter der Einwirkung des Flexor digitorum communis longus erfahren.

Die schiefe Richtung der Sehnen dieses Muskels von innen und hinten nach aussen und vorn, von ihrem Umbiegungspunkte nach hinten und unten vom Malleolus internus ab gerechnet, erklärt vollkommen die Rotationswirkung und die leichte Seitwärtsneigung, die sie auf jede erste Phalanx während der Beugung der beiden letzten ausüben, und zwar um so stärker, je schiefer die Richtung der Sehnen ist.

490. Wenn ich dann, wenn der Flexor longus communis digitorum schon durch seine isolirte Contraction den Zehen die falsche Bewegung ertheilt hatte, die ich so eben beschrieben habe, den accessorischen Muskel faradisirte, so wurden die Phalangen in die Beugung in gerader Richtung zurückgeführt; oder auch wenn ich den Flexor communis digitorum und seinen accessorischen Muskel zusammen in Contraction versetzte, so beugten sich die Phalangen in gerader Richtung gegen den Mittelfussknochen.

Ich glaube nicht, dass der accessorische Muskel zuweilen isolirt wirkt, denn wenn ich ihn selbst mit einem höchst intensiven Strome zur Contraction brachte, so konnte er immer nur eine schwache Beugung der dritten Phalangen bewirken, indem ein Theil seiner Verkürzung dazu verwandt wurde, die Richtung der Sehnen des Flexor digitorum communis longus zu verändern. Dieser Muskel ist also ein Anhang des Flexor digitorum communis longus, dessen falsche Bewegungen er corrigirt, indem er den Sehnen dieses Muskels eine mehr gerade Wirkung verleiht, und dessen Kraft er verstärkt.

491. Wird der Flexor brevis digitorum communis mit einem mässig starken elektrischen Strome in Contraction versetzt, so beugt er kräftig die zweiten Phalangen und nur schwach die ersten. Die dritten Phalangen, welche durch die zweiten mitgezogen werden, scheinen sich gleichfalls dabei zu beugen; man kann sich aber überzeugen, dass sie der Streckbewegung, die man ihnen gegen die zweiten Phalangen ertheilt, keinerlei Widerstand entgegensetzen.

Die schwache Wirkung dieses Muskels auf die ersten Phalangen habe ich auf folgende Weise constatirt. Während ich durch Faradisation desselben die Beugung der zweiten Phalangen bewirkte, reizte ich den Extensor digitorum communis; augenblicklich richteten sich die ersten Phalangen auf ihren Mittelfussknochen auf und die Zehen nahmen die Gestalt einer Klaue an.

Diese Zehenklaue habe ich in gleicher Weise erhalten, wenn ich mittels eines möglichst starken Stromes den Extensor communis digitorum longus und den Flexor communis digitorum longus gleichzeitig in Contraction versetzte.

Diese Thatsachen beweisen, dass der Flexor digitorum communis brevis eine kräftige Wirkung nur auf die zweiten Phalangen ausübt, oder dass die Kraft, mit der er die ersten Phalangen beugt, zu schwach ist, um die geringste Contraction der Strecker der ersten Zehenphalangen (des Extensor communis digitorum longus

und des Pediaeus) zu neutralisiren. — Dies wird übrigens in vollkommener Weise auch durch die klinische Beobachtung dargethan werden.

492. Ich habe den Flexor digitorum communis brevis und longus zusammen in Contraction versetzt, ohne mit Hülfe des ersteren die Ausgleichung der fehlerhaften Bewegung zu erreichen, die der zweite Muskel den gebeugten Phalangen ertheilt, wie es bei der Contraction des accessorischen Muskels der Fall ist.

Dieser Versuch beweist, dass der accessorische Muskel der einzige ist, der zur Gradestellung der durch die Contraction des Flexor communis digitorum longus deviirten Zehen bestimmt ist.

493. Wenn ich an frisch amputirten und praeparirten Gliedmassen den Flexor longus hallucis in Contraction versetzte, so beugte sich die zweite Phalanx mit grosser Kraft gegen die erste, die in dieselbe Bewegung hineingezogen wurde, wobei ich aber die letztere ohne Mühe in die Streckung gegen den ersten Mittelfussknochen zurückbringen konnte.

Oder auch wenn ich gleichzeitig und mit gleich starkem Strome den Extensor longus hallucis und seinen Flexor longus zur Contraction brachte, so beugte sich die zweite Phalanx, während die erste sich streckte.

Diese Versuche beweisen, dass der Flexor longus hallucis ein kräftiger Beuger der zweiten Phalanx ist, und dass er verhältnissmässig nur sehr schwach die erste beugt.

Diese physiologische Thatsache wird durch die klinische Beobachtung bestätigt; sie allein kann den Schlüssel für gewisse Gestaltsveränderungen der Zehen geben, wie man in der Folge sehen wird.

C. Interossei und Lumbricales pedis. Abductor und Flexor brevis digiti minimi. Adductor und Flexor brevis hallucis.

494. Wenn der Fuss dem Boden nicht aufruht und während der Muskelruhe im rechten Winkel gegen den Unterschenkel gebeugt gehalten wird, und man dann die Elektroden auf einen der Interossei aufsetzt, so beobachtet man, sobald der Strom hindurch geht, drei Bewegungen: 1) eine Seitwärtsbewegung der Anziehung oder Abziehung, je nach der Lage der Interossei, 2) eine Beugebewegung der ersten Phalanx gegen ihren Mittelfussknochen,

3) eine Streckbewegung der beiden letzten Phalangen. — Alle diese Bewegungen scheinen gleichzeitig zu geschehen.

Am Lebenden ist dieser Versuch nur ausführbar an den Interosseis der Rückseite des Fusses. Dieselben Bewegungen habe ich aber durch Reizung der Interossei plantares an amputirten und präparirten Gliedmassen erhalten, deren Erregbarkeit noch nicht erloschen war.

495. Die entgegengesetzt gerichtete Bewegung der Beugung der ersten Phalangen und der Streckung der beiden letzten ist äusserst frappant, wenn der Fuss nicht auf dem Boden aufruht und die Zehen in Muskelruhe ihre natürliche Krümmung mit oberer Convexität beschreiben; man sieht sie nämlich unter dem Einflusse der elektrischen Erregung sofort geradlinig werden.

Wenn die Zehen diese letztere Bildung nicht zeigen, d. h. wenn sie von Natur geradlinig sind, so kann man die Bewegung der Phalangen in entgegengesetztem Sinne noch constatiren, sobald man das Ende der Zehe, an der man experimentiren will, mit dem Finger zurückdrückt und ihr auf diese Weise eine gebogene Form verleiht, und dann den Strom auf ihren Interosseus localisirt. Der Finger wird dann kräftig von der Zehe zurückgestossen, und man sieht die erste Phalanx sich beugen, während die beiden letzten sich strecken.

Hunderte von Malen habe ich diesen Versuch wiederholt, er hat immer dieselben Resultate gegeben.

496. Die Beugebewegung der ersten Phalangen der Zehen ist sehr weit davon entfernt, so umfänglich zu sein, wie die der ersten Fingerphalangen. Im ersten Falle beträgt der Beugungswinkel der ersten Phalanx gegen den Mittelfussknochen 25°—30°, während er im zweiten Falle fast 90° erreicht.

Dennoch wären die Interossei der Zehen im Stande gewesen, diese Bewegung mit hinreichender Kraft zu bewirken, um den ersten Phalangen denselben Grad der Beugung zu verleihen, wie die Interossei an der Hand, wenn nicht die Metatarso-phalangeal-Gelenke ein mechanisches Hinderniss dafür gebildet hätten. Bekanntlich nämlich gestatten die seitlichen Ligamente dieser Gelenkverbindungen die Beugung der ersten Phalangen nicht über einen Winkel von 25°—30° hinaus.

497. Der Flexor brevis digiti minimi wirkt unter dem Einflusse des elektrischen Reizes genau auf dieselbe Weise auf die

Beugung der ersten Phalanx und die Streckung der beiden letzten, wie ihr Interosseus adductorius; ausserdem neigt er die erste Phalanx nach aussen. Er muss also in physiologischer Hinsicht in die Reihe der Musculi interossei gestellt werden. Jede der drei anderen Zehen besitzt zwei Interossei, einen abductorius und einen adductorius, die sich unter einander combiniren, um die gerade Beugung ihrer ersten Phalangen zu bewirken. Mit der kleinen Zehe muss es sich ebenso verhalten. Da diese nämlich einen Interosseus adductorius besitzt, der an ihrer Innenseite liegt, so brauchte sie einen analogen Muskel mit Abductionswirkung der ersten Phalanx; und der sogenannte Flexor brevis digiti minimi erfüllt diese Function. Wenn er nicht vorhanden wäre, so würde die tonische Kraft des Interosseus adductorius die kleine Zehe nach innen ablenken, wie übrigens die klinischen Thatsachen beweisen, bei welchen der Flexor digiti minimi gelähmt oder atrophisch ist. Der Flexor brevis digiti minimi ist also eine Art von Interosseus abductorius, ein nothwendiger Beschränker des Interosseus adductorius oder Intersosseus plantaris quartus.

498. Wird der Abductor digiti minimi faradisirt, so neigt er die erste Phalanx nach unten und weit stärker nach aussen, wie der Flexor brevis. Gleichzeitig bewirkt er die Streckung der beiden letzten Phalangen, aber im Vergleich zum Flexor brevis digiti minimi und den Interosseis nur sehr schwach.

499. Wird der Adductor hallucis*) faradisirt, so ertheilt er den Phalangen der grossen Zehe gleichzeitig drei verschiedene Bewegungen: 1) er beugt ihre erste Phalanx; 2) führt sie in die Adduction; 3) streckt zu gleicher Zeit ihre zweite Phalanx.

Die Benennung Adductor, die man diesem Muskel gegeben hat, scheint anzuzeigen, dass er hauptsächlich oder nur allein dazu bestimmt ist, die Adductionsbewegung der grossen Zehe zu bewirken.

500. Meine Leser werden ohne Zweifel nur schwer begreifen, wie der Adductor der grossen Zehe die Streckung der zweiten Phalanx bewirken kann, während er die erste beugt. Dies ist jedoch eine Thatsache, die sie sichtbar machen können, wenn sie auf folgende Weise verfahren. Sie brauchen nur dadurch, dass sie von vorn nach hinten auf das Ende der grossen Zehe einen Druck üben, die erste Phalanx in Streckung, die zweite in Beugung zu versetzen und dann den Adductor kräftig zu reizen; die erste Phalanx wird sich dann sofort mit einer gewissen Kraft senken und die zweite gegen die erste strecken. Es ist augenscheinlich, dass wenn der

*) Abductor hallucis der deutschen Autoren.

Adductor der grossen Zehe nur die Beugung der ersten Phalanx bedingte, die letzte Phalanx zur Zeit, wo diese sich bei dem Versuche senkt, gegen die erste gebeugt bleiben würde.

Die experimentelle Thatsache, die ich angebe, kann paradox erscheinen, sie wird indessen bald durch die klinische Beobachtung unbestreitbar gemacht werden.

501. Die Eigenwirkung des Flexor brevis, des Abductor *) obliquus und transversus hallucis, (die beim Lebenden nicht direct faradisirt werden können), habe ich an frisch amputirten Gliedern, die noch erregbar waren, bei denen ich die Muskeln der tiefen Lage der Fusssohle blossgelegt hatte, studirt. Die Ergebnisse der localen Faradisation dieser Muskeln oder ihrer verschiedenen Abtheilungen waren folgende:

1) Die innere Portion des Flexor brevis hallucis senkt die erste Phalanx und neigt sie merklich nach innen, jedoch in einem geringeren Grade als der Adductor hallucis. Gleichzeitig streckt sich die zweite Phalanx gegen die erste.

2) Die äussere Portion des Muskels ertheilt den Phalangen der grossen Zehe genau dieselben Bewegungen, wie seine innere Portion, aber die Seitwärtsneigung geschieht nach aussen.

3) Ebenso, wie die äussere Portion des Flexor brevis hallucis, beugt auch der Abductor obliquus hallucis die erste Phalanx und neigt sie nach aussen; aber diese seitliche Neigung nach aussen ist weit ausgesprochener, wie wenn sie durch die äussere Portion des Flexor brevis geschieht. Gleichzeitig bewirkt der Abductor obliquus die Streckung der zweiten Phalanx.

4) Der Abductor transversus zieht den Kopf des ersten Mittelfussknochens und die grosse Zehe, die er etwas weniger wie der Abductor obliquus nach aussen neigt, kräftig nach aussen. Diese Abductionsbewegung des Kopfes des ersten Mittelfussknochens und der ersten Phalanx wird mit grosser Kraft ausgeführt; die Köpfe der Mittelfussknochen, an denen sich jedes einzelne Bündel des Abductor transversus anheftet, werden zwar nach innen gezogen und schliessen sich gegen einander, dies geschieht aber mit weit geringerer Kraft, wie die entgegengesetzte Bewegung des Kopfes des ersten Mittelfussknochens und der grossen Zehe.

502. Wenn ich abwechselnd und vergleichsweise jedes Muskelbündel oder jeden Muskel, der sich zu den Sesamknochen der grossen Zehe begiebt, faradisirte, so constatirte ich, dass der Grad der Seit-

*) Adductor der deutschen Autoren.

wärtsneigung der grossen Zehe, der dem Abductor obliquus eigen ist, ungefähr derselbe war, wie derjenige, der von seinem Antagonisten, dem Adductor der grossen Zehe bewirkt wird. Ebenso verhielt es sich mit den beiden Portionen des Flexor brevis der grossen Zehe. Wenn ich darauf jeden dieser Muskeln oder jede dieser Muskelportionen auf einander folgend zur Contraction brachte, sei es in der Richtung von innen nach aussen oder von aussen nach innen, so konnte ich die grosse Zehe einen Halbkreis in beiden Richtungen beschreiben lassen.

Schliesslich habe ich die Muskelmassen, die sich zu den beiden Sesamknochen begeben, zusammen in Contraction versetzt; dabei beugte sich die erste Phalanx in gerader Richtung mit grosser Kraft.

Im Ganzen ergiebt sich aus diesen Versuchen: 1) dass die für den Sesamknochen der grossen Zehe bestimmte Muskelmasse sich in zwei verschiedene Gruppen theilt, die die erste Phalanx beugen und gleichzeitig in verschiedenem Grade seitwärts neigen, und zwar die eine nach innen (der Adductor und die innere Portion des Flexor brevis), die andere nach aussen (der Abductor obliquus und die äussere Portion des Flexor brevis), 2) dass kein directer Flexor brevis der grossen Zehe existirt, sondern, dass die Muskeln oder Muskelfascikeln, die sie durch ihre isolirte Wirkung in schiefer Richtung nach unten und seitwärts bewegen, sich vereinigen, um ihre direkte Beugung kraftvoll zu bewerkstelligen.

Diese Bewegungen der ersten Phalanx in schiefer Richtung nach unten und seitwärts waren für die Verrichtungen des Fusses erforderlich, wie ich beweisen werde.

503. Wenn gegen Ende des ersten Zeitabschnittes des Ganges die Hacke erhoben und vom Boden getrennt worden ist, durch Contraction des Triceps surae, so wird der innere Theil des vorderen Fussabschnittes, besonders der Ballen der grossen Zehe, durch den Peronaeus longus gesenkt und stemmt sich stark gegen den Boden, um dem Körper einen Impuls nach vorn zu ertheilen (s. 404). In diesem Augenblicke contrahiren sich kräftig alle diejenigen Muskeln oder Muskelbündel, die sich an den beiden Sesamknochen der grossen Zehe anheften, um die Phalanx mit beträchtlicher Kraft zu senken und die den Körper nach vorn treibende Bewegung fortzusetzen, unter Mitwirkung des kräftigen Flexor longus hallucis, welcher die letzte Phalanx stark gegen den Boden herabdrückt, kurz, ehe der Fuss sich davon loslöst. Diese selbe Reihe von Bewegungen wird

beim Laufen, beim Springen u. s. w. durch noch stärkere und rascher erfolgende Muskelcontractionen bewirkt. Bei dieser Function des Fusses — gewiss einer der wichtigsten — muss die Beugung der grossen Zehe, die mit sehr grosser Kraft von allen den an den Sesambeinen endigenden Muskeln ausgeführt wird, stattfinden, und sie geschieht in der That gerade nach unten, weil sich die Zehe mit ihrer unteren Fläche gegen den Boden stemmt.

504. Dagegen ist es unter gewissen ziemlich häufig eintretenden Umständen, wo die grosse Zehe während der Streckung des Fusses mit ihrer vorderen und zugleich seitlichen Fläche sich gegen den Boden stemmt, begreiflicher Weise erforderlich, dass sie durch eine Muskelkraft in entgegengesetzter Richtung, d. h. schief nach unten und innen gebeugt wird; hauptsächlich zu dieser Verrichtung ist die schief nach innen und unten gehende Wirkung der Muskelgruppe, die sich an das innere Sesambein anheftet, bestimmt. Diese Gruppe ist besonders wegen des beträchtlichen Volumens des Adductor hallucis sehr kraftvoll und hat oft zu functioniren.

Wenn man einen Körper, welcher Widerstand leistet, gewaltsam vor sich herstösst, so wird eine der unteren Gliedmassen nach hinten geführt, und auf dieser Seite stemmt sich das vordere und innere Ende des Fusses, dessen Fussspitze nach aussen sieht, gegen den Boden. Bei dieser Haltung des Fusses wird der grosse Zehenballen und die grosse Zehe durch den Widerstand des Bodens von aussen nach innen und von unten nach oben zurückgestossen. Brauche ich zu sagen, dass die Muskelmasse, die sich an das äussere Sesambein anheftet, gegen diesen Widerstand des Bodens durch Beugung der grossen Zehe nach aussen und unten reagirt? Unter diesen Umständen hält der Abductor transversus den Kopf des ersten Mittelfussknochens und gleichzeitig die erste Phalanx der grossen Zehe durch Zug nach aussen kräftig in ihrer Lage.

Wenn man andererseits erwägt, dass das äussere Sesambein alle Muskelbündel dieses selben Abductor transversus erhält, welche an der unteren Fläche der Köpfe der Mittelfussknochen entspringen und sich nach aussen von dem vorderen Ende des ersten Mittelfussknochens befestigen, so begreift man, dass der Kopf des ersten Mittelfussknochens mit grösserer Kraft durch diesen Muskel von innen nach aussen gezogen werden muss, als die Köpfe der anderen Mittelfussknochen von aussen nach innen gezogen werden.

505. Da sich der Abductor transversus nach aussen von der Basis der ersten Phalanx der grossen Zehe, nahe dem Metatarso-

phalangeal-Gelenke, anheftet und seine Wirkung in transversaler Richtung übt, so neigt dieser Muskel nur sehr wenig die Phalanx nach der Seite und zieht vielmehr ihre Basis und mit ihr den Kopf des ersten Mittelfussknochens nach aussen.

Man erfasst die grosse Nützlichkeit dieses Muskels besser, der als eine Art von activem Ligament der Köpfe der Mittelfussknochen und besonders des ersten Mittelfussknochens betrachtet werden muss, wenn man den Fuss nackt platt auf dem Boden aufruhend in gewissen Bewegungen des Ganges oder beim aufrechten Stehen beobachtet. *)

Nach dem zweiten Zeitabschnitte des Ganges, (wenn eine der Gliedmassen von hinten nach vorn geschwungen hat), wird der Fuss im Augenblicke, wo er auf den Boden aufgesetzt wird, durch das Körpergewicht abgeplattet. Dies war bekannt und wurde überall gelehrt. Aber es war von Interesse, zu wissen, wie er sich abplattete, oder mit anderen Worten, welche Veränderungen die verschiedenen Theile des vorderen Fussabschnittes in Folge dieser Abplattung erfuhren. Folgendes konnte ich beispielsweise an Individuen beobachten, bei denen der Fuss vollkommen wohl gebildet, gut gewölbt war und eine schöne Plantarwölbung bot, während er schwang. Im Augenblicke, wo dieser Fuss auf den Boden aufgesetzt wurde, verwischte sich diese Wölbung und verschwand fast gänzlich in Folge der Bewegung des Kopfes des ersten Mittelfussknochens, der in dieser Richtung durch den Widerstand des Bodens zurückgetrieben wurde, von unten nach oben. Dabei wurde der vordere Fussabschnitt beträchtlich verbreitert, hauptsächlich durch die Entfernung des ersten Mittelfussknochens von aussen nach innen, denn dieser schien davon bedroht, sich von dem zweiten loszulösen, besonders wenn die Schultern mit einer schweren Last beladen waren. Sobald aber durch den Triceps surae, der die Ferse erhob, dem Körper der Antrieb nach vorn ertheilt wurde, stellte der Peronaeus longus, während er gleichzeitig den grossen Zehenballen senkte, den Bogen der Plantarwölbung wieder her und verkleinerte den Querdurchmesser des vorderen Fussabschnittes durch Annäherung der Keilbeine an einander.

*) Ich habe die Bewegungen des Fusses oder die Form seiner verschiedenen Theile beim Stehen und Gehen an einer ziemlich grossen Zahl von Individuen verschiedener Altersklassen, Landleuten oder Bergbewohnern, die gewohnheitsmässig mit blossen Füssen gingen, studirt, und berichte hier das Ergebniss einiger dieser Beobachtungen.

Wenn man nun also in einem gewissen Augenblicke des ersten Zeitabschnittes des Ganges, wo der Fuss sich abplattet, den Kopf des ersten Mittelfussknochens sich so weit von dem zweiten entfernen sieht, so versteht man die ungemeine Nützlichkeit des Abductor transversus, dieses so zu sagen activen Ligamentes, das dieser Spreizung der Köpfe der Mittelfussknochen entgegenwirkt und auf diese Weise die Ligamenta metatarsi transversa anteriora verstärkt.

§ II. Pathologische Physiologie.

506. Wenn der Extensor communis digitorum (Flexor pedis abductorius) gelähmt ist, so werden Form und Stellung der vier letzten Zehen verändert; die ersten Phalangen werden leicht gebeugt und die beiden letzten gegen die ersten gestreckt. Die geradlinige Form, welche die Zehen dann annehmen, bildet einen frappanten Gegensatz zu der Krümmung mit nach dem Rücken gewendeter Convexität, die sie gewöhnlich beschreiben.

Diese Entstellung der Zehen in Folge von Lähmung des Extensor digitorum communis longus ist die Wirkung des tonischen Uebergewichtes der Musculi interossei und lumbricales, welche alsdann die ersten Phalangen gebeugt und die beiden letzten in Streckung gegen die ersten erhalten.

Der experimentelle Beweis für die Richtigkeit dieser Anschauung besteht in folgendem: Wenn man in solchen pathologischen Fällen die Enden der Zehen von vorn nach hinten zurückstösst, so dass man die ersten Phalangen gegen die Mittelfussknochen aufrichtet und die beiden letzten beugt, und wenn man dann die Interossei faradisirt, so sieht man, wie die ersten Phalangen sich kräftig beugen, während die beiden letzten sich strecken. Wenn man alsdann, statt die Interossei zu faradisiren, das Individuum veranlasst, seine Zehen zurück zu bringen oder wieder geradlinig zu machen, während man die beiden letzten Phalangen gebeugt und die ersten gestreckt erhält wie oben, so führen die Phalangen willkürlich dieselben Bewegungen aus, wie bei Reizung der Interossei.

Diese klinische Thatsache beweist, dass trotz der Lähmung des Extensor communis digitorum die beiden letzten Phalangen gegen die Zehen gestreckt werden können, und zwar durch die Interossei und die Lumbricales.

507. Um die thatsächliche Wirkung des Extensor communis digitorum auf die Phalangen richtig festzustellen, wollen wir nun

untersuchen, welche Functionsstörungen in der Haltung der Zehen und in den Bewegungen ihrer Phalangen durch die Lähmung oder Atrophie der Interossei und Lumbricales verursacht werden. Die betreffenden localen Affectionen hatte ich Gelegenheit, in verschiedenen Graden bei Kinderlähmungen oder gewissen angeborenen Lähmungen zu beobachten.

Wenn die Interossei pedis ihre Wirkung verloren haben, so ist die Stellung, die die Zehen in der Muskelruhe einnehmen, das Gegentheil von derjenigen, die nach der Lähmung des Extensor communis digitorum erfolgt. Die ersten Phalangen schlagen sich gegen die Mittelfussknochen zurück, und die beiden letzten beugen sich gegen die ersten (s. Fig. 92). Wenn das Individuum seine Zehen zu strecken sucht, so richten sich die ersten Phalangen noch stärker gegen die Mittelfussknochen auf, und die Beugung der beiden letzten nimmt noch zu. In den meisten Fällen antworten die Interossei nicht mehr auf den elektrischen Reiz, indem sie bald ihre Erregbarkeit eingebüsst haben, bald durch Atrophie zu Grunde gegangen sind.

Durch diese klinischen Thatsachen wird also erwiesen, dass der Extensor communis digitorum auf die beiden letzten Phalangen nicht kräftig genug wirkt, um zu verhindern, dass sie durch den tonischen Widerstand der Flexores digitorum gebeugt werden, dass dagegen dieser Muskel die ersten Phalangen mit solcher Kraft streckt, dass dieselben sich allmählich zunehmend nach oben und hinten auf die Köpfe der Mittelfussknochen subluxiren, und dass die Zehen eine sehr ausgesprochene Krallenform annehmen (s. Fig. 92).

508. Als Corollarium der im Vorstehenden (506 und 507) berichteten Thatsachen muss man schliessen, dass unter physiologischen Bedingungen der Extensor communis digitorum nur ein Extensor der ersten Phalangen ist, und dass die wirklichen Strecker der beiden letzten Phalangen die Interossei sind.

Wenn man eine so vollkommene Aehnlichkeit in den Stellungsveränderungen und den Bewegungsstörungen der Zehen und Finger in Folge von Lähmuug ihrer Extensores communes oder Interossei beobachtet hat, so scheint es, dass man mit Recht gesagt hat: pes altera manus.

Dies ist aber selbstverständlich nur wahr in pathologischer Beziehung, denn die Functionen, die der Extensor communis digitorum und die Interossei am Fusse zu erfüllen haben, sind weit verschieden von denen der Extensores digitorum und Interossei an der Hand.

509. Die Muskeln, die sich an die Sesambeine der grossen Zehe anheften, sind mit Ausnahme des Abductor transversus Beuger der

ersten und Strecker der zweiten Phalanx der grossen Zehe. Wenn diese Thatsache nicht im Vorstehenden aus der elektrophysiologischen Versuchsreihe hervorgegangen wäre (s. 500, 501 u. 502), so würde die klinische Beobachtung genügen, es zu demonstriren. Die Individuen, welche in Folge von Lähmung oder Schwäche der Interossei plantares mit Zehenklaue behaftet sind, bieten gewöhnlich in der Muskelruhe auch die Klaue der grossen Zehe dar (s. Fig. 92), d. h. eine Aufrichtung der ersten Phalanx der grossen Zehe gegen den ersten Mittelfussknochen und eine Beugung ihrer zweiten Phalanx. Ausserdem nimmt der Bogen der Plantarwölbung zu, es bildet sich ein Hohlfuss. Wollen die Individuen die grosse Zehe in parallele Richtung zu ihrem Mittelfussknochen zurückbringen oder den Fuss gegen den Unterschenkel beugen, so nimmt die Gestaltsveränderung der Zehe und der Bogen der Plantarwölbung noch beträchtlich zu.

In solchen Fällen habe ich eine Atrophie oder Lähmung in verschiedenen Graden an den Muskeln constatirt, die sich an die Sesamknochen anheften; die Gestaltsveränderung der grossen Zehe stand immer in geradem Verhältniss zu dem Grade der Muskelläsion. Dabei muss ich hervorheben, dass die Beugung der zweiten Phalanx nicht etwa durch Contractur des Flexor longus hallucis verursacht ist, denn man konnte die zweite Phalanx mit Leichtigkeit gegen die erste strecken.

Diese klinische Thatsache beweist, dass der Extensor hallucis longus auf die zweite Phalanx der grossen Zehe nur eine schwache Streckwirkung übt, und dass dieser Muskel in Wirklichkeit nur ein Strecker der ersten Phalanx ist. — Den anatomischen Grund dafür werde ich bald kennen lehren.

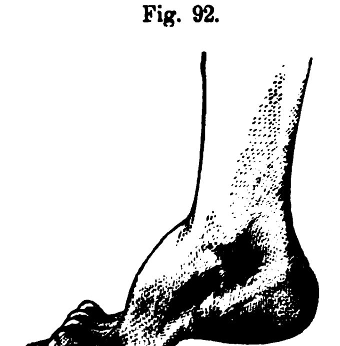
510. Es ist wesentlich, dass ich den Mechanismus der Entstehung der Zehenklaue unter dem Einflusse der krankhaft gesteigerten Wirkung ihrer Extensoren erkläre, damit man weiss, welchen Einfluss auf die Stellung ihrer Phalangen und auf die Gestaltbildung der Plantarwölbung die tonische Kraft dieser Muskeln je nach ihrem Grade ausüben kann.

Diese klinische Studie wird zeigen, dass die normale Form der Zehen von einem gewissen Gleichgewichte zwischen der tonischen Kraft der Extensores digitorum und der Interossei und derjenigen Muskeln, die sich an den Sesambeinen der grossen Zehe befestigen, abhängig ist. Sie wird ausserdem den Nutzen eines solchen Gleichgewichtes zwischen den tonischen Kräften dieser Muskeln erweisen.

Schon an einem anderen Orte*) im Jahre 1862 hatte ich die Erklärung dieses Mechanismus gegeben; da die neuen klinischen Thatsachen, die ich seitdem gesammelt habe, sie nur vollkommen rechtfertigen, so will ich sie hier aufs neue mittheilen.

Als Beispiel werde ich eine meist angeborene fehlerhafte Bildung des Fusses wählen, die ziemlich gewöhnlich, deren Genese jedoch bis jetzt ziemlich unbekannt geblieben ist. Ich will diese Art von Klumpfuss nennen: Klauenhohlfuss durch Atrophie der Interossei pedis und der Muskeln, die sich an die Sesambeine der grossen Zehe anheften. Die Fig. 92 stellt diese Form des Klumpfusses dar, sie ist nach dem Gypsabguss eines Individuums gezeichnet, das in das Hospital de la clinique in die Abtheilung Nélatons eingetreten war, um sich wegen Schmerzen in der Fusssohle behandeln zu lassen. Durch die elektrische Untersuchung habe ich in diesem Falle das Fehlen der Musculi interossei, des Adductor und Flexor brevis hallucis fesgestellt.

Fig. 92.



Man sieht an dieser Fig. 92: 1) dass die ersten Phalangen gestreckt und im Begriff stehen, nach hinten auf den Kopf der Mittelfussknochen subluxirt zu werden, während die letzten Phalangen gegen die ersten gebeugt sind und so die Klaue bilden, 2) dass der Bogen der Plantarwölbung beträchtlich zugenommen hat.

Die Genese dieses Klumpfusses, des Klauenhohlfusses, ist folgende. Wenn die Musculi interossei gelähmt, atrophisch oder geschwächt sind, so wird die tonische Kraft der Muskeln, die die ersten Phalangen strecken, und jene der Muskeln, die die letzten Phalangen beugen, nicht mehr beschränkt, und die Klauenstellung der Zehen, die ich so eben beschrieben habe und die auf der Figur abgebildet ist, nimmt gradweise zu. Das hintere Ende der ersten Phalangen drückt den Kopf der Mittelfussknochen mit um so grösserer Kraft abwärts, je mehr diese ersten Phalangen schon gegen die Köpfe der Mittelfussknochen subluxirt sind; dabei nimmt der Bogen, der durch die Plantarwölbung gebildet wird, beträchtlich zu und die Aponeurosis

Fig. 92. Klauenhohlfuss durch Atrophie der Interossei pedis und der Muskeln, die sich an die Sesambeine der grossen Zehe anheften.

*) Electrisat. local. 2 édit, p. 824.

plantaris retrahirt sich nach und nach; und dann deformiren sich gewisse Gelenkverbindungen und ihre Ligamente, wie bei allen Hohlfüssen, hauptsächlich das Medio-tarsal-Gelenk. Man sieht also, dass der Mechanismus dieser Klaue genau derselbe ist, wie an der Hand, wo die Köpfe der vier letzten Mittelhandknochen gleichfalls durch die vier ersten Phalangen der Finger zurück gedrückt werden und eine Art von Höhlung in der Palma manus entsteht.

511. Die functionellen Störungen, die durch die Entstellung der Zehen in Folge von Schwäche der Interossei und Lumbricales und der Muskeln, die sich an die Sesambeine der grossen Zehe anheften, verursacht werden, werden die grosse Nützlichkeit der Muskeln erweisen, von denen hier die Rede ist.

Ich habe gezeigt (s. G pag. 150 u. H pag. 152), dass die Klauenhand alle Verrichtungen derselben zu nichte macht; die Zehenklaue am Fusse ist vergleichsweise lange nicht so ernst. Sie macht nur manchmal das Stehen und Gehen schmerzhaft, wenn es zu lange fortgesetzt wird. Dies hat folgenden Grund. Im Normalzustande wird beim aufrechten Stehen der Stützpunkt des vorderen Fussabschnittes gemeinschaftlich von den Köpfen der Mittelfussknochen und den Zehen, hauptsächlich der grossen Zehe, gebildet; und während sich nachher im ersten Zeitabschnitte des Ganges der Fuss von der Ferse bis zur Spitze abwickelt, sind es zuletzt die Zehen und hauptsächlich die ersten Phalangen der beiden ersten Zehen, welche durch ihre Beugemuskeln (die Interossei, den Adductor und Abductor hallucis) kräftig gesenkt werden, die dem Rumpfe den Antrieb nach vorn ertheilen. Durch die Lähmung der vorstehenden Muskeln wird die vollständige Ausführung dieser functionellen Bewegung des Fusses unmöglich gemacht; dieser kann sich nämlich nur noch von der Ferse bis zu den Köpfen der Mittelfussknochen abwickelen, oder vielmehr bis zum Submetatarsal-Vorsprunge der grossen Zehe, und die Phalangen der Zehen bleiben dann auf den Mittelfussknochen aufgerichtet und bilden eine Klaue wie in Fig. 92. Man begreift also, dass die Theile der Fusssohle, die der unteren Fläche der Metatarsusköpfe entsprechen, schmerzhaft gegen den Druck werden, besonders nach einem langen Marsche oder etwas langem Stehen in aufrechter Haltung.

Gerade dies ist bei dem Kranken eingetroffen, der in die Klinik Nélatons kam, dessen Hohlfussklaue auf Fig. 92 abgebildet ist. Dieser Mann, dessen Füsse die Entstellung von Geburt an zeigten, hatte im Alter von 10—12 Jahren, dem Zeitpunkte, wo er Maurerlehrling wurde, zuerst über Schmerzen in der Fusssohle geklagt, in

der Gegend der Submetatarsal-Vorsprünge und besonders stark an dem Submetatarsal-Vorsprunge der grossen Zehe. Seine Schmerzen wurden immer durch langes Gehen hervorgerufen oder traten bei einer schweren Arbeit, bei der er stehen musste, ein. Sie nöthigten ihn jedoch nicht, seine Arbeit zu unterbrechen, etwas Ruhe machte sie verschwinden; aber seit einiger Zeit waren sie so stark geworden, dass er sein Maurerhandwerk nicht 8—14 Tage ausüben konnte, ohne wenigstens eine Woche lang ein Asyl in unseren Hospitälern suchen zu müssen, um sich von seinen Schmerzen durch Ruhe oder andere Hülfsmittel heilen zu lassen. Die Hohlfussklaue war bei diesem Individuum doppelseitig, wie ich gesagt habe; aber sie war rechts weit weniger ausgesprochen, als links. Demgemäss konnte ich auf dieser letzteren Seite, wo die Interossei nur zu schwach waren, demonstriren, dass sie auf den elektrischen Reiz etwas ansprachen —, was auf der anderen Seite nicht der Fall war —, und dass sie noch unter dem Einflusse eines kräftigen Stromes im Stande waren, die beiden letzten Phalangen an den Zehen aufzurichten und die ersten zu beugen. Endlich war auf dieser rechten Seite die Fusssohle viel weniger schmerzhaft als auf der linken. — Ich muss hinzufügen, dass diese Bildung der Zehen zum mal perforant disponirt.

512. Analoge Fälle wie diese habe ich etwa 10 gesammelt; trotzdem wird man nicht vergessen, dass ich über diesen Punkt meine Vorbehalte gemacht und erklärt habe, dass diese Bildung der Zehen und des Fusses nicht immer solche neuralgische Schmerzen, noch überhaupt Functionsstörungen beim Gehen und Stehen zu machen braucht. Augenblicklich beobachte ich ein merkwürdiges Beispiel der Art in der Abtheilung Nélatons bei einem Manne, der in das Hospital der Klinik eingetreten ist, um sich an einer anderen chirurgischen Affection behandeln zu lassen. Die Bildung seiner Zehen und seines Fusses ist derjenigen, von der soeben im Vorstehenden die Rede gewesen ist, absolut ähnlich. Der Mann sagt, dass sie sich aus seiner ersten Kindheit herschreibt, und dass er trotzdem niemals Schmerzen in der Fusssohle empfunden hat. Vor kurzem hat er die Reise von Calais nach Paris zu Fuss gemacht.

Seitdem ich diese Untersuchungen über die Form der Zehen und des Fusses verfolge, (oft an den Kranken einer ganzen Hospitalabtheilung), muss ich erklären, dass ich eine grosse Zahl solcher Entstellungen in verschiedenen Graden angetroffen habe, ohne dass die davon selbst im höchsten Grade befallenen Individuen Schmerzen in der Fusssohle oder eine grosse Unbequemlichkeit beim

Stehen und Gehen, nach ihrer Angabe wenigstens, davon empfanden. Gleichwohl habe ich von den mit diesen Verbildungen behafteten Individuen, wenn ich sie sorgfältig ausfragte, erfahren, dass sie im Allgemeinen niemals hatten schnell laufen können.

513. Auch vom ästhetischen Gesichtspunkte war es interessant, zu untersuchen, welchen Einfluss die tonische Kraft aller dieser die Zehen bewegenden Muskeln auf die Gestalt der Zehen hat.

Das Gegenstück zu dem angeborenen Klauenhohlfuss durch Schwäche der Interossei und der Muskeln, die an den Sesambeinen der grossen Zehe endigen, ist die geradlinige Form der Zehen. Die überwiegende tonische Kraft derselben Muskeln bedingt eine solche Bildung der Zehen. Dies habe ich durch die elektrische Untersuchung an einer grossen Zahl von Füssen festgestellt, bei denen die beiden letzten Phalangen der Zehen und die zweite der grossen Zehe in der Muskelruhe, und wenn der Fuss nicht auf den Boden aufruhte, gegen die ersten aufgerichtet waren. Ich brauche nicht zu sagen, dass diese Bildung der Zehen keine Störung und keinen Schmerz verursacht.

Zwischen den beiden Extremen, von denen die Rede gewesen ist, eben so wie zwischen einem schönen geschweiften Fusse und dem Plattfusse in seiner höchsten Ausbildung, habe ich Zwischenstufen beobachtet, die sich immer durch das Gegenspiel der antagonistischen Kräfte der Muskeln, die die Zehenphalangen des Fusses in entgegengesetzter Richtung bewegen, gebildet hatten. So habe ich, um von der leichten graciösen Krümmung der Zehen auszugehen, die bei den antiken Statuen adoptirt ist und die mir die allgemeinste Form zu sein schien, sehr viele Varietäten dieser verschiedenen Krümmungen bemerkt, in zunehmender Reihe bis zu der Grenze des Klauenhohlfusses, der im Vorstehenden beschrieben wurde (s. 510).

Die Thatsachen, die ich entwickle, besonders die Untersuchung über den physiologischen Mechanismus ihres Zustandekommens, sind nicht nur in Hinsicht der schönen Form des Fusses interessant, sondern auch wegen der Schwierigkeit ein elegantes Schuhwerk zu tragen, wenn die Zehenklaue einen gewissen Grad hat, ohne dass Schwielen und mehr oder weniger schmerzhafte Hühneraugen dadurch entstehen, deren gewöhnlicher Sitz auf der grossen und kleinen Zehe am Scheitel des Winkels ist, der durch die Aufrichtung der ersten Phalanx und die Beugung der zweiten gebildet wird.

[M]it einer Zehenklaue im ersten Grade fängt die Form des Fusses an ungraciös zu werden. Hat diese Klaue einen solchen erreicht, dass die Krümmung der Plantarwölbung merklich

zugenommen hat, so ist der Fuss hässlich; noch hässlicher ist er, wenn die Verbildung den höchsten Grad erreicht.

Der Arbeiter ist damit zufrieden, weite Stiefel zu tragen, die für die Entstellung seines Fusses passen. Daher leidet er auch nur selten an solchen Schwielen, die an der Rückseite seiner Zehen liegen. Anders verhält es sich mit den Leuten, die in einer höheren Classe geboren sind. Beim Verlassen der Schule sind sie nicht mehr lange damit zufrieden, Stiefeln zu tragen, die an der Spitze weit genug sind, um ihre Klauen, die sich manchmal etwas gegen einander in die Haut abdrücken, nicht zu comprimiren. Man sieht dann bald an der Rückseite der Zehen äusserst schmerzhafte Hühneraugen und Schwielen entstehen. — Ich gestatte mir im Vorbeigehen die Bemerkung, dass die Kenntniss der Muskelursachen und des Entwicklungsmechanismus der fehlerhaften Zehenbildungen mich dazu geführt hat, die Mittel aufzusuchen, ihre Entwickelung aufzuhalten. Sie bestehen darin, die Interossei und die Muskeln, die an den Sesambeinen der grossen Zehe endigen, zu faradisiren und gewisse prothetische Mittel anzuwenden. Es ist aber hier nicht der Ort, diese Frage der Therapie zu behandeln.

Alle diese klinischen Thatsachen zeigen, wie complicirt das Spiel der antagonistischen tonischen Muskelkräfte ist, welche die Stellung und normale Form der Zehen am Fusse bedingen.

Um diese Studie zu vervollständigen, will ich hinzufügen, dass es nur der Schwäche oder Lähmung eines dieser Musculi interossei oder eines der Muskeln, die zu den Sesamknochen der grossen Zehe gehen, bedarf, damit die Zehe, die er seitwärts bewegt, durch die überwiegende tonische Kraft seines Antagonisten in die entgegengesetzte seitliche Richtung gezogen werde. Klinische Thatsachen, welche beweisen, dass dies die gewöhnliche Ursache jener seitlichen Abweichungen der Zehen ist, wobei man diese sich kreuzen sieht, habe ich in ziemlich grosser Zahl gesammelt. Aber dies würde mich zu weit führen und bietet nur ein secundäres Interesse. Nur das will ich sagen, dass die Stiefeln mit zu schmalen und zu engen Sohlen, die diese Muskeln und besonders den Adductor hallucis comprimiren, häufig ihre Atrophie und als Folge davon solche seitliche Abweichungen der Zehen bewirken.

514. Alles in allem wird durch das Vorangegangene bewiesen, dass die oben beschriebene Gattung des Hohlfusses durch eine krankhaft gesteigerte, continuirliche Wirkung der Extensoren der ersten Zehenphalangen (Extensor digitorum communis longus und Extensor hallucis longus) bewirkt wird und zwar in Folge von Schwäche oder

Lähmung der Antagonisten (der Musculi interossei, des Abductor, Adductor und Flexor brevis hallucis). Es muss folglich jedes Uebermass der Wirkung dieser selben Streckmuskeln der ersten Phalangen, welche Ursachen dasselbe auch haben mag, absolut identische Resultate erzeugen.

Die Kenntniss dieser Thatsache wirft ein Licht auf die Entstehungsweise des Klauenhohlfusses, dessen Bildung man beim Equinismus beobachtet, wenn der Extensor digitorum communis seine willkürliche Contractilität bewahrt hat.

Man gestatte mir hier den Mechanismus des Klauenhohlfusses in Equinusstellung darzulegen. Ich wollte die Studie über denselben nicht von derjenigen des Klauenhohlfusses durch Atrophie der Musculi interossei, des Abductor, Adductor und Flexor brevis hallucis trennen; denn der Entwickelungsmodus ist, wie ich beweisen werde, bei diesen beiden Arten des Hohlfusses derselbe. Sobald die Equinusstellung sich der Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel zu widersetzen beginnt, so wirken die zu dieser Beugung beitragenden Muskeln, um sie zu bewerkstelligen, in krankhaft gesteigerter Weise und mit um so grösserer Anstrengung, je höher der Grad ist, den die Equinusstellung erreicht hat. Diese Anstrengung verräth sich dann durch eine grössere Streckung der ersten Phalangen, an welchen mehrere dieser Beugemuskeln des Fusses sich inseriren (der Extensor digitorum communis longus und der Extensor hallucis longus). Durch diese krankhaft gesteigerte, unaufhörlich wirkende Muskelaction werden die ersten Phalangen zunehmend aufgerichtet und endlich auf den Kopf der Mittelfussknochen subluxirt; daher die progressive Zunahme der Plantarwölbung, parallel gehend dem Grade des Equinus, unter dem Einflusse des Druckes, den die Köpfe der Mittelfussknochen und besonders des ersten Mittelfussknochens durch die ersten Zehenphalangen erfahren. Die beständige Streckstellung, welche der Fuss beim Equinismus in der Muskelruhe bewahrt, trägt noch mächtiger dazu bei, diesen Hohlfuss zu bilden, denn sie verlängert die Streckmuskeln der Zehen, welche dabei die ersten Phalangen in eine continuirliche Streckung ziehen, indem die tonische Kraft ihrer Antagonisten, (der Musculi interossei, Adductor, Abductor obliquus und Flexor brevis hallucis), nicht mehr gross genug ist, um die ersten Phalangen gesenkt zu halten. Die Fig. 84 S. 388 ist ein typischer Fall von Klauenhohlfuss in Equinusstellung.

Der Mechanismus, den ich soeben dargelegt habe, ist vollkommen exact. Man kann auf folgende Weise die Probe davon machen.

Wenn man ein Individuum, das mit einem Klauenhohlfuss in Equinusstellung behaftet ist, veranlasst den Fuss gegen den Unterschenkel zu beugen, so wird man, sobald es sich bemüht dies zu thun, sehen, wie seine ersten Phalangen sich noch stärker auf den Mittelfussknochen aufrichten, und die Plantarwölbung sich durch Senkung seines ersten Mittelfussknochens um noch weitere 1—2 cm. noch stärker aushöhlt (man vergleiche die Figuren 80 u. 82).

515. Aus der Gesammtheit der vorstehenden Versuche hat sich ergeben, dass alle diejenigen Muskeln, die die ersten Phalangen der Zehen beugen, (der Abductor, Adductor und Flexor brevis hallucis, die Interossei, der Abductor und Flexor brevis digiti minimi), gleichzeitig die Streckung der letzten Phalangen besorgen.

Was kann der Nutzen dieser gleichzeitigen Bewegung einer Beugung der ersten Phalangen der fünf Zehen und Streckung ihrer letzten sein?

Wie man gesehen hat, waren an der Hand diese Bewegungen in entgegengesetzter Richtung, nämlich die Beugung der ersten Phalangen der fünf Finger zugleich mit der Streckung ihrer letzten Phalangen nothwendig für ihre Hauptverrichtungen, um beispielsweise die Feder, den Pinsel u. s. w. zu halten und zu führen. Aber wie ist es mit dem Fusse?

Zuerst sagte ich, in der Aehnlichkeit, welche zwischen der Thätigkeit dieser die Zehen bewegenden Muskeln und derjenigen Muskeln, die die Finger und den Daumen an der Hand bewegen, besteht, läge nur eine Art von Gesetz der Analogie zwischen diesen Extremitäten. War demnach die functionelle Aehnlichkeit dieser Muskeln einfach als ein Punkt der Analogie zu deuten, die zwischen Fuss und Hand besteht?

Die klinische Beobachtung hat mich bald dazu gebracht, diese Vorstellung einer philosophischen Anatomie zu verlassen — ist nicht eine solche, wenn ich wagen darf es zu sagen, häufig nur ein geistiges Spiel, womit man Dinge, die in physiologischer Hinsicht äusserst verschieden sind, wie den Fuss und die Hand einander zu nähern sucht? — Die klinische Beobachtung nämlich hat mich den Nutzen kennen gelehrt, den die gleichzeitige Bewegung einer Streckung der beiden letzten und Beugung der ersten Zehen-Phalangen, welche von den Interossei und dem Adductor, dem Flexor brevis und Abductor der grossen Zehe bewirkt wird, besitzt.

Was wäre denn geschehen, wenn diese gleichzeitige Bewegung der Beugung der ersten und Streckung der letzten Phalangen nicht stattgefunden hätte, wenn die Muskeln, die sie bedingen, nur eine Beugung der ersten Phalangen bewirkt hätten?

Am Ende des ersten Zeitabschnittes des Ganges, z. B. im Augenblicke, wo der Fuss dem Körper seinen letzten Antrieb nach vorn ertheilt, ehe er den Boden verlässt, wären die ersten Phalangen durch die Musculi interossei plantares und durch den Adductor, Flexor brevis und Abductor obliquus hallucis gebeugt worden, zur gleichen Zeit wären auch die letzten Phalangen durch die Musculi flexor longus digitorum communis und hallucis gebeugt worden, so dass ihr Nagelende gegen den Boden gestemmt worden wäre. Die Nägel, die in dieser Weise von unten nach oben zurückgestossen würden, hätten dabei lebhafte Schmerzen verursacht, und dadurch wäre das Stehen und Gehen bald unmöglich gemacht worden.

Gerade dies hatte ich nämlich Gelegenheit bei einem Individuum zu beobachten, das seit mehreren Monaten an localen Contracturen der Muskeln an der Rückseite des Unterschenkels, unter andern des Flexor longus digitorum communis und Flexor longus hallucis litt. Die beiden letzten Phalangen an seinem Fusse waren beständig gekrümmt. Wenn er stand, bemühte er sich, seine ersten Zehenphalangen aufzurichten, damit ihr Ende nicht den Boden berührte; wollte er aber einen Schritt machen, und den Fuss nach vorn führen, so senkten sich die ersten Phalangen der Zehen kräftig und pressten das Klauenende ihrer letzten Phalangen so schmerzhaft gegen den Boden, dass er stehen bleiben musste. An der Nagelwurzel war die Haut roth und entzündet. Ich konnte ihm das Gehen nur ermöglichen mit einer Art von Sandale, die seine Zehen frei liess, deren Sohlen in der Gegend des vorderen Endes seiner Mittelfussknochen endigten und dick genug waren, dass das Ende seiner Zehen beim Gehen den Boden nicht berühren konnte.

Zu dem Zwecke diese Incurvation der letzten Phalangen beim Stehen und Gehen zu vermeiden, strecken die Interossei und die zu den Sesamknochen gelangenden Muskeln die letzten Zehenphalangen, während sie die ersten senken. Da alsdann das Ende der letzten Phalangen mit seiner unteren Fläche gegen den Boden presst, so können sie sich nicht mehr einschlagen, wenn die Flexores longi digitorum in Contraction gerathen und dem Körper den letzten Antrieb nach vorn ertheilen.

Fünfter Artikel

Anatomische und historische Betrachtungen über die den Fuss und die Zehen bewegenden Muskeln.

§. I. Muskeln, welche den Fuss gegen den Unterschenkel bewegen.

516. Die Wichtigkeit und der Grad der Nützlichkeit der speciellen Bewegungen, die in den vorstehenden Artikeln (I—III), soeben durch die locale Faradisation der Beuge- und Streck- und seitwärts bewegenden Muskeln des Fusses und durch die klinische Beobachtung aufgehellt worden sind, können nur richtig gewürdigt werden bei genauer Kenntniss des Mechanismus der partiellen Bewegungen, die dabei in den verschiedenen Gelenkverbindungen des Tarsus und Metatarsus stattfinden.

Bei den anatomischen Untersuchungen und Leichenexperimenten, die ich zu dem Zwecke, diese Gelenkbewegungen zu studiren, gemacht habe, bin ich in folgender Weise verfahren. Ich präparirte sorgfältig die den Fuss gegen den Unterschenkel bewegenden Muskeln, liess ihre Sehnen, ihre Sehnenscheiden und ihre unteren Anheftungsstellen intact und entfernte darauf die Muskeln der Dorsal- und Plantarfläche des Fusses, so dass ich die Ligamente des Tarsus und Metatarsus blosslegte; wenn ich dann abwechselnd an jedem der den Fuss bewegenden Muskeln einen Zug ausübte, beobachtete ich die Thatsachen, die ich berichten will.

An so präparirten Unterschenkeln, denen ich unter dem Beistande unseres geschickten anatomischen Präparators Vasseur die Beweglichkeit der Gelenkverbindungen und der Sehnen in ihren Scheiden wie im frischen Zustande bewahrt habe, nachdem ich sie ein gewisse Zeit in einer bestimmten Flüssigkeit *) eingetaucht gehalten hatte, bin ich im Stande, diese Thatsachen zu demonstriren.

---

*) Anm. Eine analoge Aufbewahrungsmethode, wie die, die ich für diese anatomischen Präparate angewendet habe, deren Hauptbestandtheil das Glycerin bildet, war von einem belgischen Anatomen entdeckt worden, auf dessen Namen ich mich nicht besinne. Sie war mir von einem seiner Schüler mitgetheilt worden, und ich hatte zusammen mit Vasseur einen Versuch damit angestellt. Da sie aber den Uebelstand hatte, die Muskeln und Sehnen zur Schrumpfung zu bringen, haben wir die Verhältnisse und die Zusammensetzung der Flüssigkeit verändern müssen. Nach sehr vielen Versuchen haben wir ein befriedigendes Ergebniss erhalten.

Zu dem Zwecke, die Eigenthätigkeit der den Fuss gegen den Unterschenkel bewegenden Muskeln und die durch sie bewirkten Gelenkbewegungen zu demonstriren, hatte ich im Jahre 1855 einen künstlichen Fuss construirt, analog der auf Fig. 54 S. 213 abgebildeten Hand. Ich hatte die Knochen eines Unterschenkels und Fusses von einem Erwachsenen vermittelst Sprungfedern, die im Innern dieser Knochen placirt waren, so in Gelenkverbindung gebracht, dass ich genau die normalen Gelenkbewegungen nachahmen konnte. Dann wurden die Muskeln durch Federn ersetzt, die an ihren anatomischen Anheftungsstellen fixirt wurden und in ihrer Richtung verliefen Nachdem ich dann die Kraft dieser Federn so regulirt hatte, dass der Fuss und die Zehen die Stellung annahmen, die aus dem tonischen Gleichgewicht der Muskeln resultirt, die sie bewegen, übte ich einen Zug auf die so hergestellten künstlichen Muskeln und sah, wie die Knochen des Tarsus und Metatarsus sich gegen einander und partiell bewegten, wie am frischen Fusse. Bei diesem mechanischen Fusse hat man ferner den Vortheil, die secundären Bewegungen zu beobachten, die sich beim Lebenden unter dem Einflusse der isolirten Wirkung eines Muskels oder einer Stellungsänderung des Fusses manifestiren, Bewegungen, die durch den tonischen Widerstand der gedehnten Muskeln, der beim Leichnam nicht so ausgesprochen ist, bedingt sind. Endlich kann man an diesem mechanischen Fusse künstlich alle Varietäten von Entstellungen, die aus Muskelaffectionen erfolgen, herstellen.*)

A. Gelenkbewegungen durch Wirkung derjenigen Muskeln, die den Fuss gegen den Unterschenkel strecken. (Triceps surae, Peronaeus longus).

a. Triceps surae (Extensor pedis adductorius).

Der Triceps surae setzt zwei Gelenke des Fusses in Bewegung, die Articulatio tibio-tarsea und die Articulatio calcaneo-astragalea.

Präparate, die auf diese Weise hergestellt sind, bei denen die Gelenke beweglich sind und die Sehnen in ihren Scheiden spielen, bewahren wir seit 3 Jahren in freier Luft auf, ohne dass sie übel riechen. Die Muskeln haben ihre Weichheit bewahrt, sind aber mit Länge der Zeit tiefbraun geworden; neuere Versuche lassen uns hoffen, dass wir auch ihre normale Farbe erhalten können werden.

*) Anm. Herr Vasseur führt diesen künstlichen Fuss ebenfalls aus.

I. Wirkung auf die Articulatio tibio-tarsea.

517. Wenn man einen Zug auf den Triceps surae ausübt, so geschieht die Gelenkbewegung, die dieser Muskel bewirkt, zwischen den Gelenkoberflächen der Tibia und des Astragalus. Man sieht dann den Fuss sich in toto strecken; wenn man aber dieser Streckung Widerstand leistet, indem man abwechselnd das vordere Ende des letzten und das des ersten Mittelfussknochens zurückstösst, so fühlt man, dass der Aussenrand des Fusses mit grosser Kraft dem Zuge folgt, während sein innerer Rand dem leichtesten Widerstande nachgiebt.

Die Gelenkbewegung, die ich so eben beschrieben habe, bildet den ersten Zeitabschnitt der isolirten Wirkung des Triceps surae.

Man wird bemerken, dass die Gelenkbewegungen hier dieselben sind, wie die, welche sich während der localen Faradisation des Triceps surae vollziehen, jedoch mit folgendem Unterschiede, den ich angeben muss: beim Lebenden widersetzt sich der Tibialis anticus mit normaler tonischer Kraft der vollständigen Streckung des Innenrandes des vorderen Fussabschnittes; beim Leichnam ist dies nicht der Fall, sondern der genannte Muskel lässt sich, seiner tonischen Kraft beraubt, mit Leichtigkeit verlängern.

518. Warum übt nun also der Calcaneus auf den äusseren Rand des Fusses eine kräftige Streckwirkung, während er auf seine innere Hälfte so wenig Wirkung übt? Für diese verschiedene Wirkung gibt die anatomische Beschaffenheit des Tibio-tarsal-Gelenkes eine vollkommene Erklärung.

Bekanntlich nämlich leistet das Ligamentum plantare externum (calcaneo-cuboïdeum inferius), das stärkste aller Bänder nach dem Ligamentum patellae, den Bewegungen des Würfelbeines gegen den Calcaneus von unten nach oben einen sehr kräftigen Widerstand, und die oberflächlichsten Fasern dieses Ligamentes, die zu dem vierten und fünften Mittelfussknochen gelangen und sich da inseriren, beschränken gleichzeitig die Bewegungen dieser letzteren Knochen gegen das Würfelbein von unten nach oben. Daraus resultirt, dass die Streckung des Calcaneus von dem Würfelbein und den beiden letzten Mittelfussknochen mit ausgeführt wird, und mit eben solcher Kraft, als wenn diese Knochen aus einem Stücke beständen.

Die Gelenkverbindungen dagegen, die sich am Innenrande der vorderen Fussabtheilung befinden, spielen unter einander in senkrechter Richtung von unten nach oben und vice versa und zwar mit ziemlich grossem Spielraum — ich werde weiter unten auf die-

sen Punkt zurückkommen — und an ihrer unteren Fläche gibt es keine Ligamente, die sich dieser Bewegung widersetzen könnten. Man begreift also, dass die Wirkung der hinteren Fussabtheilung auf den Innenrand der vorderen Abtheilung ohne Wirkung ist.

519. Die fast absolute Wirkungslosigkeit des Triceps surae auf die innere Hälfte der vorderen Fussabtheilung ist von den Anatomen verkannt worden. Wenn sie beobachtet hätten, dass dieser Muskel nur den äusseren Rand der vorderen Fussabtheilung, (die beiden letzten Mittelfussknochen und das Würfelbein), kraftvoll streckt oder mit anderen Worten senkt, so hätten sie nicht versäumt nachzuforschen, welches der wirkliche Strecker der Knochen sein kann, die die innere Hälfte der vorderen Fussabtheilung zusammen setzen.

II. Wirkung auf die Articulatio calcaneo-astragalea.

520. Der zweite Zeitabschnitt der Streckung des Fusses, die unter dem Einfluss der auf den Triceps surae geübten Züge erfolgt, findet in der Articulatio calcaneo-astragalea statt; es folgt daraus die Anziehung des Fusses und die Wendung seiner Rückenfläche um den Aussenrand nach aussen.

Von den Autoren ist die Bewegung der Articulatio calcaneo-astragalea, welche die Anziehung des Fusses bewirkt, angegeben worden; aber am besten ist ihr Mechanismus von Hrn. Bouvier*) studirt worden, Mein gelehrter Freund beschreibt die Bewegung, welche der Calcaneus dabei gegen den Astragalus ausübt, folgendermassen: „Wenn der Fuss sich nach innen begiebt, so rotirt der Calcaneus wie ein Cylinder und balancirt gleichzeitig fast horizontal auf dem hinteren Theile des Astragalus; so dass, während die untere Fläche des Calcaneus ein wenig nach innen rotirt, sein vorderer Theil gleichzeitig in derselben Richtung unter den Kopf des Astragalus gleitet."

521. Dieses Vermögen, die Anziehung des Fusses zu bewirken, und die Varusstellung, die die Folge davon ist, waren von den Anatomen dem Tibialis anticus und posticus zugeschrieben worden.

Nur Delpech hatte behauptet, dass der Triceps surae dem Calcaneus die Rotations- und Schaukelbewegung ertheilen kann, kraft deren die Anziehung des Fusses unter Rotation des Calcaneus nach aussen stattfindet, und erst die elektrophysiologische Versuchsweise.

---

*) Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratique. T. XIII. article: Pied bot. (Klumpfuss).

secundirt durch die klinische Beobachtung, war dann im Stande, die Richtigkeit seiner bis dahin bestrittenen Behauptung zu erweisen.

Den Mechanismus des Zustandekommens dieser Bewegung des Calcaneus gegen den Astragalus durch die Muskeln des Knöchelgelenkes hat der berühmte Pathologe von Montpellier in folgender Weise interpretirt:

„Die Streckung des Fusses, sagt er, ist die erste Folge dieses Sachverhaltes (der Verkürzung dieser Muskeln), dann kommt die Abweichung nach innen, weil das hintere Ende des Calcaneus sich naturgemäss nach dieser Seite etwas hinneigt. Da die Zusammenfügung des Calcaneus mit dem Astragalus keineswegs der Art ist, um eine Kraftwirkung, die auf eine der Seiten des Calcaneus wirkt und geeignet ist, ihn nach innen zu deplaciren, auszuhalten, so folgt daraus, dass die besondere Kraftwirkung, welche die Muskeln des Fussgelenkes auf den Calcaneus üben, um so wirksamer ist, je weiter vorgeschritten die Rotation ist. *)

522. Die Neigung des hinteren Endes des Calcaneus nach innen und folglich die Insertionsweise der Achillessehne könnte zwar auf das Uebergewicht der Muskeln des Fussgelenkes auf den Innenrand des Calcaneus schliessen lassen. Aber diese specielle Wirkung der Achillessehne, die eine der Ursachen der Rotation des Calcaneus von innen nach aussen und von unten nach oben zu sein scheint, würde die Drehung der Längsaxe des Fusses nach innen um die Axe des Unterschenkels, aus der die Anziehung hervorgeht, nicht erklären.

Nur in der Schiefheit der Ebene der Gelenkoberflächen des Calcaneus und Astragalus findet man die Erklärung für die doppelte Bewegung des Calcaneus, von der so eben die Rede gewesen ist, welche, wie ich durch die elektromuskuläre Versuchsweise demonstrirt habe (s. 396) eintritt, wie man auch immer auf den Innenrand oder Aussenrand des Calcaneus wirken mag. Wenn man nämlich an einem Fuss, dessen Gelenkverbindungen unversehrt bewahrt worden sind, an einer Schnur zieht, die in der Mitte des hinteren Endes des Calcaneus fixirt ist, so sieht man, sobald der Astragalus an den Grenzen seiner Streckung gegen den Unterschenkel angelangt ist, dass der Calcaneus die beiden beschriebenen Bewegungen gegen den Astragalus ausführt. Dieser Versuch beweist also, dass nicht die Wirkung auf den Innenrand des unteren Endes dieses Knochens daran Schuld ist, dass diese Bewegungen erfolgen.

*) De l'orthomorphie. T. I. p. 161.

523. Dabei lässt sich leicht feststellen, dass sie nur in Folge der Schiefheit der Oberflächen der Articulatio calcaneo-astragalea, welche aufeinander gleiten, stattfinden.

Man gibt sich von diesen Bewegungen gut Rechenschaft, wenn man sich erinnert, dass die untere hintere Gelenkfacette des Astragalus concav und von innen und hinten nach aussen und vorn oblong ist; dass sie sich mit der dorsalen Gelenkfacette des Calcaneus in Berührung befindet, die convex und in derselben Richtung oblong ist; dass vor diesen hinteren Facetten zwei andere correspondirende kleinere Facetten liegen, deren Richtung dieselbe ist, die aber von den vorbeschriebenen durch eine Rinne getrennt sind, die in die untere Fläche des Astragalus und die obere des Calcaneus ausgehöhlt ist, in welcher sich das Ligamentum interosseum inserirt, das dazu dient, die beiden Knochen in Berührung zu erhalten. Ich mache nun darauf aufmerksam, dass, wenn man an einem Skelett die Gelenkoberflächen des Calcaneus und Astragalus an einander fügt, diese Rinnen correspondiren und einen Canal bilden, — die natürliche Stellung dieser Knochen während der Muskelruhe, — ich mache darauf aufmerksam, sage ich, dass der so entstehende Canal sich nach den beiden Enden hin erweitert und zwar weit beträchtlicher nach aussen als nach innen. Dieses letztere anatomische Verhalten ist es, was die Adductionsbewegungen des Fusses und die eigenthümliche Rollung des Fusses um seinen Aussenrand begünstigt, Bewegungen, die in der Articulatio calcaneo-astragalea vor sich gehen.

Im Augenblicke, wo der Triceps surae den Fuss in die Anziehung und die Rollung nach innen versetzt, geht dann folgendes in der Articulatio calcaneo-astragalea vor: die beiden Gelenkfacetten des Calcaneus gleiten, indem sie sich von innen nach aussen drehen, so weit auf den entsprechenden Facetten des Astragalus, bis die kleine Apophyse des Calcaneus durch den vorderen inneren Rand der hinteren unteren Gelenkfacette des Astragalus aufgehalten wird und diese beiden Knochenstellen dann nur noch durch die sehr geringe Dicke des Ligamentum interosseum geschieden werden.

b. Peronaeus longus (Extensor pedis abductorius).

524. Der Peronaeus longus versetzt acht Gelenke in Bewegung: das Gelenk des ersten Mittelfussknochens mit dem ersten Keilbein, das des letzteren mit dem Kahnbein, des Kahnbeins mit dem Astragalus, des ersten Keilbeins mit dem zweiten, des zweiten mit

dem dritten, das des letzteren mit dem Würfelbein, das des Calcaneus mit dem Astragalus und endlich das des Astragalus mit der Tibia und Fibula.

Durch meine elektrophysiologischen Versuche habe ich dargethan, 1) dass die wirkliche Function dieses Muskels darin besteht, den Innenrand der vorderen Fussabtheilung, auf welchen der Triceps surae vollständig ohne Wirkung ist, zu senken, und dass er als gewissermassen lebendiges Ligament den ersten Mittelfussknochen in diesem Zustande der Senkung fest fixirt erhält, während der Triceps surae kraftvoll die Streckung in dem Tibio-tarsal-Gelenk bewirkt. 2) dass der Muskel ausserdem dazu dient, auf die Articulatio calcaneo-astragalea in entgegengesetzter Richtung wie der Triceps surae zu wirken, sei es als Beschränker desselben, sei es als Abductor, während er dabei doch die Streckung im Tibio-tarsal-Gelenk begünstigt (s. 403 u. 404).

Es ist von Wichtigkeit, die Reihe von Gelenkbewegungen, welche der Peronaeus longus den Knochen der Fusswurzel und des Mittelfusses ertheilt, eingehend zu studiren. Die Kenntniss dieser Erscheinungen interessirt nicht allein die Physiologie, sondern gibt auch den Schlüssel für das Zustandekommen verschiedener Entstellungen des Fusses in Folge von Schwäche oder Lähmung des Muskels, klinische Thatsachen, die im Vorhergehenden berichtet wurden (s. 409 u. 410).

Man kann wie bei dem Triceps surae die Gelenkbewegungen, die der isolirten Contraction des Peronaeus longus eigen sind, in zwei Zeiten theilen, aber nur zum Zwecke eines methodischen Studiums, denn sie geschehen fast gleichzeitig; in dem ersten Zeitabschnitte beobachtet man, dass der Muskel hauptsächlich auf die Gelenke des Innenrandes der vorderen Abtheilung des Fusses eine Wirkung ausübt, im zweiten Zeitabschnitte dagegen auf die Articulatio calcaneo-astragalea und endlich auf das Tibio-tarsal-Gelenk.

I. Wirkung auf die Gelenke des inneren Randes der vorderen Fussabtheilung.

525. Sobald man an dem Peronaeus longus zieht, sieht man den ersten Mittelfussknochen besonders an seinem Phalangealende 1) sich etwas senken, 2) sich etwas nach aussen begeben, so dass er sich unter den zweiten Mittelfussknochen schiebt, indem er dabei eine Bewegung ausführt, die mit der des Mittelhandknochens bei der Opposition des Daumens einige Analogie hat, und endlich das erste Keilbein und das Kahnbein mit sich ziehen.

Beim ersten Anblick scheint es, als ob die drei eben genannten Knochen sich en masse bewegten und der Mittelpunkt dieser Bewegung in der Articulatio astragalo-scaphoïdea läge; es lässt sich aber leicht feststellen, dass diese Senkung des Innenrandes des vorderen Fussabschnittes wirklich das Ergebniss einer Reihe von kleinen auf einander folgenden Bewegungen ist, die hauptsächlich in den Gelenkverbindungen des ersten Mittelfussknochens mit dem ersten Keilbein, dieses letzteren mit dem Kahnbein und endlich in der Articulatio astragalo-scaphoïdea stattfinden. Wenn man nämlich. auf das Phalangealende des ersten Mittelfussknochens wirkend, den Innenrand der vorderen Fussabtheilung so weit wie möglich von unten nach oben zurückgestossen hat, und nun an dem Peronaeus longus zieht, während man gleichzeitig das erste Keilbein fixirt hält. so sieht man, wie das hintere Ende des ersten Mittelfussknochens sich in geringem Umfange gegen das erste Keilbein nach unten und ein wenig von innen nach aussen bewegt. Im Mittel schien mir aus dieser Bewegung beim Erwachsenen eine Senkung von ungefähr $1\frac{1}{2}$ cm im Niveau des Kopfes des ersten Mittelfussknochens zu resultiren. Wenn man dann fortfährt an dem Muskel zu ziehen und zulässt, dass das erste Keilbein sich gegen das Kahnbein bewegt, so sieht man, dass der Kopf des ersten Mittelfussknochens sich noch um ungefähr 1 cm gesenkt hat; wenn man endlich auch das Kahnbein sich gegen das Sprungbein bewegen lässt, so kann der Innenrand des Fusses seine Bewegung der Senkung zu Ende führen.

526. Dank dieser vielfachen Bewegungen erfreut sich das vordere Ende des Mittelfussknochens einer ziemlich ausgedehnten Bewegung, ohne die Articulatio astragalo-scaphoïdea zu sehr zu ermüden. Man stelle sich nämlich vor, dass der erste Mittelfussknochen und das erste Keilbein mit dem Kahnbein verschmolzen wären, — was man erreichen kann, wenn man die Gelenkverbindungen des ersten Keilbeins mit dem ersten Mittelfussknochen und dem Kahnbein unterdrückt, — so sieht man, dass man die normale Senkung des ersten Mittelfussknochens nicht erzeugen kann, ohne die Senkungsbewegung des Kahnbeins gegen den Astragalus erheblich über die Norm zu steigern.

527. Die Bewegungen des ersten Mittelfussknochens gegen das erste Keilbein und des letzteren gegen das Kahnbein nach abwärts sind beschränkter, wie die des Kahnbeines gegen den Astragalus: demgemäss wird, wenn man sehr stark an dem Peronaeus longus zieht, die Bewegung nur in der Articulatio astragalo-scaphoïdea

krankhaft gesteigert, was augenscheinlich von der grösseren Schlaffheit des Ligamentum dorsale dieser Articulation herkommt.

528. Während das Kahnbein und das erste Keilbein gesenkt werden, führen sie gleichzeitig eine Bewegung von innen nach aussen aus, analog derjenigen des ersten Mittelfussknochens, obgleich nicht so ausgesprochen, wie die letztere.

Durch diese Bewegung aller Knochen des Innenrandes der vorderen Fussabtheilung nach abwärts und nach aussen entsteht eine Abnahme des Breitendurchmessers der vorderen Fussabtheilung und eine Zunahme der Wölbung seines Innenrandes.

Daraus folgt auch, dass bei Verstärkung des Zuges auf den Peronaeus longus bis zum Maximum die vordere Abtheilung des Fusses eine Torsionsbewegung erleidet, die sich dem zweiten und dritten Keilbein und selbst den Mittelfussknochen mittheilt, während der Grad der Torsion vom ersten bis zum letzten abnimmt. Während dieser Torsion des Vorderfusses pressen sich die Keilbeine an ihrer Plantarfläche gegen einander, und die sämmtlichen in Bewegung gesetzten Knochen scheinen sich um das Würfelbein zu drehen, welches wie fest verwachsen mit dem Calcaneus verharrt.

Die Kenntniss dieser Erscheinungen führt zum Verständniss gewisser Verbildungen der Fusssohle in Folge krankhaft gesteigerter Wirkung des Peronaeus longus.

529. Zur Zeit, als ich der Gesellschaft für Chirurgie in Paris eine Abhandlung über den Platt- und Hohlfuss*) überreichte, war ich überzeugt, dass die Entdeckung der Eigenwirkung des Peronaeus longus auf die verschiedenen Knochenabtheilungen des Innenrandes der vorderen Fussabtheilung nur aus meinen elektromuskulären Versuchen und meinen klinischen Beobachtungen hervorgegangen wäre. Die berühmtesten und klassischesten Anatomen, die ich consultirt hatte: Winslow, Boyer, Bichat, Cruveilhier, Bourgery, Sappey u. s. w. hatten die wichtige Wirkungsweise des Peronaeus longus vollständig missverstanden oder mit Stillschweigen übergangen.

Mein gelehrter Freund Hr. Bouvier belehrte mich jedoch in dem Berichte, den er über diese Abhandlung macht, dass Sömmering**) diese Wirkung des Peronaeus longus auf den Innenrand

---

*) Ueber die Genese des Pes plano-valgus in Folge von Lähmung des Peronaeus longus und des Pes cavo-valgus durch Contractur des Peronaeus longus.

**) l. c. t. III. p. 317.

der vorderen Fussabtheilung erkannt hatte. Es heisst nämlich in der lateinischen Uebersetzung seines Lehrbuches der Anatomie: „Os metatarsi et digiti secundi ad terram urget“.

Ich habe aber gefunden, dass vor Sömmering schon Sabatier die Eigenwirkung des Peronaeus longus auf den Innenrand des Vorderfusses weit besser beschrieben hat: „Seine Verrichtungen,“ sagt er, „bestehen darin, den Fuss gegen den Unterschenkel zu strecken, aber dabei seine Spitze nach aussen zu drehen und den ersten Mittelfussknochen und mit ihm den ganzen Innenrand des Fusses nach abwärts zu führen“.

Zweifellos wird man diese Beschreibung sehr unvollständig finden im Vergleich zu der, die ich oben über die Gelenkbewegungen mitgetheilt habe, die durch den Peronaeus longus den Knochen des Innenrandes der vorderen Fussabtheilung (dem ersten Mittelfussknochen, den drei Keilbeinen und dem Kahnbeine) ertheilt werden, nichts desto weniger kann man nicht leugnen, dass die von Sabatier angegebene Thatsache schon eine grosse Wichtigkeit hatte.

Gewiss wäre diese Thatsache von allen Anatomen nach ihm acceptirt und gelehrt worden, wenn Sabatier ihre ganze Wichtigkeit in physiologischer Beziehung verstanden und ausgeführt hätte; wenn er gewusst hätte, dass der Triceps surae einzig den Aussenrand des vorderen Fussabschnittes kraftvoll senkt, und dass der Peronaeus longus allein hauptsächlich die Bestimmung hat, sich synergisch mit dem Triceps surae zu contrahiren, um den Innenrand des vorderen Fussabschnitts während der Streckung seines Aussenrandes mit Kraft zu senken.

Es war also nothwendig, dass diese Thatsache durch die elektromuskuläre Versuchsweise und durch die klinische Beobachtung klargestellt wurde.

II. Wirkung auf die Articulationes calcaneo-astragalea und tibio-tarsea.

Erst wenn der Peronaeus longus den höchsten Grad seiner Verkürzung erlangt, macht sich seine Wirkung auf die Articulatio calcaneo-astragalea mit grösster Energie geltend. Gleichwohl beginnt die Bewegung, die er dieser Gelenkverbindung mittheilt, schon mit dem Anfange seiner Verkürzung und sie wird um so ausgesprochener, je mehr der Fuss sich in Adductionsstellung befindet.

Der Muskel ertheilt dann der Articulatio calcaneo-astragalea eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung, wie die von dem Triceps surae bewirkte. Er beschränkt sich nicht darauf, die Arti-

culatio sub-astragalea in ihre normale Stellung zurück zu bringen, sondern, indem er weiter wirkt, veranlasst er eine doppelte Bewegung der Rotation nach aussen gegen den Astragalus und eine Schaukelbewegung gegen die Axe des Unterschenkels, so dass der Aussenrand des Fusses stärker gehoben und seine Spitze mehr nach auswärts gedreht wird.

530. Ich muss hier daran erinnern, dass die für das Ligamentum interosseum bestimmte Furche, die an der oberen Fläche des Calcaneus ausgehöhlt ist, gegen die Mitte ihres Verlaufes nach aussen breiter zu werden beginnt, um ein ziemlich breites und tiefes dreieckiges Grübchen zu bilden. Der Nutzen dieser anatomischen Einrichtung scheint noch nicht recht eingesehen worden zu sein, und doch ist gerade sie es, die zum grossen Theil die Abziehung des Fusses eben so wie seine Anziehung möglich macht. — So sieht man, was die Abziehung, die durch den Peronaeus longus bewirkt wird, betrifft, sobald dieser Muskel den Calcaneus von innen nach aussen auf dem Astragalus zur Rollung bringt, dass der vordere und äussere Rand der hinteren Gelenkfläche dieses letzteren in diese Fossa triangularis, in die der Sulcus interosseus des Calcaneus nach aussen übergeht, hineingleitet, und das Ligamentum interosseum und das Zellgewebe, welche nur eine geringe Dicke besitzen, vor sich hertreibt. Während dieser Bewegung der Articulatio calcaneo-astragalea entfernt sich die kleine Apophyse des Calcaneus vom vorderen und inneren Rande der hinteren Gelenkfacette des Astragalus, und der Malleolus internus springt stärker hervor.

531. Sabatier hatte die Abziehung des Fusses, die durch den Peronaeus longus bewirkt wird, einer Bewegung der Articulatio medio-tarsea zugeschrieben: „Die Streckung des Fusses,“ sagt er, „geschieht in der Gelenkvereinigung des Astragalus mit dem Unterschenkel, und seine Neigung nach aussen und unten hängt von derjenigen des Astragalus mit dem Kahnbein und des Calcaneus mit der hinteren Fläche des Würfelbeines ab.“

Wie ich aber gezeigt habe, wurde unter den Knochen der zweiten Fusswurzelreihe allein das Kahnbein mit dem ersten und zweiten Keilbein und dem ersten Mittelfussknochen durch diesen Muskel nach unten und aussen gezogen und drehte sich wie um eine Axe um das Würfelbein, welches fixirt blieb; und aus dieser Gesammtheit der Bewegungen resultirte eine Verkleinerung des Querdurchmessers des Fusses und eine Art von Torsionsbewegung der vorderen Fussabtheilung gegen die hintere (s. 402 u. Fig. 65).

Obwohl Sömmering die Meinung Sabatiers theilte, kam

er doch der Wahrheit näher, wenn er ausserdem eine Bewegung des Calcaneus gegen den Astragalus bei der Abduction geschehen liess. Seine Worte sind nämlich: „Articulum ossis cuboïdis cum calcaneo, ossis navicularis cum astragalo, calcanei cum astragalo movet.*)

Die modernen Anatomen haben mit Recht die von dem Peronaeus longus besorgte Bewegung der Abziehung einzig einer Bewegung der Articulatio calcaneo-astragalea zugeschrieben. Der Mechanismus dieser Bewegung aber musste erst noch erklärt werden.

532. Wenn man ein präparirtes Bein so stellt, dass die Fusssohle nach oben sieht, so zieht das Gewicht der vorderen Fussabtheilung den Fuss in Beugestellung gegen den Unterschenkel. Man bemerkt dann, dass man mit sehr grosser Kraft an dem Peronaeus longus ziehen muss, um eine Streckbewegung des Fusses zu bewirken.

Dieser Versuch beweist, dass der Muskel nicht dazu bestimmt ist, auf die Articulatio tibio-tarsea zu wirken, oder dass er wenigstens nur ein sehr schwacher Hülfsmuskel des Triceps surae ist. Die klinische Beobachtung hat gezeigt, dass der Peronaeus longus als Strecker der Articulatio tibio-tarsa, ohnmächtig ist (s. 414).

B. Gelenkbewegungen durch diejenigen Muskeln, welche den Fuss gegen den Unterschenkel beugen, (Tibialis anticus, Extensor longus hallucis, Extensor digitorum communis longus.)

a. Tibialis anticus (Flexor pedis adductorius).

Der Tibialis anticus setzt die Gelenke des inneren Randes der vorderen Fussabtheilung in Bewegung, ferner die Articulatio medio-tarsea, die Articulatio calcaneo-astragalea und endlich die Articulatio tibio-tarsea.

I. Wirkung auf die Articulationen des Innenrandes des vorderen Fussabschnittes.

533. Der Tibialis anticus wirkt auf die Articulationen, die den inneren Rand der vorderen Fussabtheilung bilden, genau in entgegengesetzter Richtung wie der Peronaeus longus.

Angenommen nämlich, dass man an einem secirten und wie in den vorbeschriebenen Leichenexperimenten präparirten Beine an dem Tibialis anticus zu ziehen anfängt, in dem Augenblicke, wo der Peronaeus longus dem Vorderfusse eine Torsionsbewegung nach aussen ertheilt, das vordere Ende des ersten Mittelfussknochens unterhalb das des zweiten gesenkt, wie ich es oben beschrieben habe, (s. Peronaeus longus S. 436) und ihn durch eine Art von Oppositionsbewegung nach aussen geführt hat; dann sieht man, wie sich der erste Mittelfuss-

*) De corporis fabrica 1796. Bd. III. p. 317.

knochen gegen das erste Keilbein, dann dieses gegen das Kahnbein und dieses letztere gegen das Sprungbein nach einwärts und von unten nach oben bewegt. Man muss aber, um diese partiellen Gelenkbewegungen gut zu beobachten, auf die Weise verfahren, die ich bei der Studie über die von dem Peronaeus longus bedingten Gelenkbewegungen angegeben habe, d. h. man muss das erste Keilbein in gesenkter Stellung fixiren, während der Tibialis anticus den ersten Mittelfussknochen erhebt, und darauf dem ersten Keilbein seinerseits die Freiheit lassen, sich gegen das Kahnbein zu bewegen, indem man nur dieses letztere fixirt, und endlich auch dieses der Wirkung des Tibialis anticus überlassen.

Während dieser Gelenkbewegungen des Innenrandes des vorderen Fussabschnittes verwischt sich gradweise die Plantarwölbung, der Fuss wird platt, die Keilbeine entfernen sich mit ihrer Plantarfläche von einander, und der Transversaldurchmesser des vorderen Fussabschnittes wird grösser; endlich bildet sich ein Pes varus.

534. Sabatier hatte zwar entdeckt, dass der Peronaeus longus den ersten Mittelfussknochen senkt, hat aber verkannt, dass der Tibialis anticus auf diesen Knochen in entgegengesetztem Sinne wirkt.

Dagegen scheint mir Sömmering diese specielle Wirkung des Tibialis anticus verstanden zu haben, als er schrieb: Articulum cruris cum astragalo, ossis cuboïdis cum calcaneo, ossis cuneiformis primi cum osse naviculari et cum primo osse metatarsi movet.*)

Man wird jedoch bemerken, dass Sömmering die Bewegung des Kahnbeins gegen den Astragalus unbekannt geblieben ist, die umfänglichste von allen Bewegungen, die der Tibialis anticus den Articulationen am Innenrande des Vorderfusses ertheilt.

Nach Sömmering hatte kein Anatom mehr die besondere Wirkung des Tibialis anticus auf die Articulationen des Innenrandes der vorderen Fussabtheilung angegeben; ich habe sie also Dank meinen elektrophysiologischen und Leichenexperimenten rehabilitiren und ihre Beschreibung vervollständigen können.

II. Wirkung auf die Articulatio medio-tarsea.

535. Die Wirkung des Tibialis anticus auf die Articulatio medio-tarsea macht sich hauptsächlich auf die Articulatio astragalo-scaphoïdea in der Richtung von unten nach oben und von aussen nach innen geltend.

*) Corporis fabrica Bd. III. S. 319.

Vom Würfelbein schien es mir, als ob es sich in meinen Leichenexperimenten nur sehr schwach seitwärts bewegte, und dabei musste ich noch die Beugung des Fusses durch Festhaltung des Calcaneus, während ich am Tibialis anticus zog, verhindern, um eine solche Wirkung evident zu machen.

Alles in Allem bestätigen diese Leichenversuche das Ergebniss der elektromuskulären Versuchsmethode und zeigen, dass die Seitwärtsbewegung, welche der Articulatio medio-tarsea durch den Tibialis anticus ertheilt wird, nur einen sehr geringen Umfang hat.

536. Wenn man sich erinnert, dass die Sehne des Tibialis anticus von ihrer Umbiegungsstelle am Ligamentum dorsale pedis ab sich senkrecht nach unten richtet, um zu ihrer Insertionsstelle an der Tuberositas des ersten Keilbeins zu gelangen, so wird man begreifen, dass dieser Muskel auf die vordere Fussabtheilung nicht kräftig von aussen nach innen wirken konnte. Ich habe übrigens durch klinische Thatsachen demonstrirt (s. 479), dass er ausser Stande ist, zur Varusbildung dritten Grades beizutragen, wobei der Fuss im Winkel (à la lettre) zusammengefaltet ist, und dass nur der Tibialis posticus eine solche energische seitliche Wirkung auf die Articulatio medio-tarsea besitzt.

III. Wirkung auf die Articulatio calcaneo-astragalea.

537. Während der Tibialis anticus die im Vorstehenden beschriebenen Gelenkbewegungen bewirkt, bewirkt er gleichzeitig eine Rollung des Calcaneus um seine Längsaxe von innen und unten nach aussen und oben und eine Schaukelbewegung desselben gegen die Unterschenkelaxe, so dass sein vorderes Ende nach innen geführt wird. Der Mechanismus dieser beiden Bewegungen, von denen die eine aus der anderen folgt, ist schon bei Gelegenheit der Studie über die von dem Triceps surae bewirkte Gelenkbewegung entwickelt worden (s. 523).

IV. Wirkung auf die Articulatio tibio-tarsea.

538. Wenn der Tibialis anticus die Articulationen des Innenrandes der vorderen Fussabtheilung schon in Bewegung gesetzt und die Plantarwölbung fast gänzlich zerstört hat, dann erst wirkt er auf die Articulatio tibio-tarsea und bewirkt die Beugebewegung des Fusses gegen den Unterschenkel.

Diese Bewegung ist seine Hauptfunction. Er führt sie mit grosser Kraft aus.

539. Columbus gestand dem Tibialis anticus nur das Vermögen, den Fuss gegen den Unterschenkel zu beugen, zu. Indessen haben alle Anatomen nach ihm gelehrt, das der Tibialis anticus eine kräftige Beugung des Fusses in der Articulatio tibio-tarsea bewirkt und ihn gleichzeitig in Adductionsstellung führt. Sie schrieben diese Adduction des Fusses einer Bewegung der zweiten Fusswurzelreihe gegen die erste in der Richtung von aussen nach innen zu. Wie ich soeben (s. 538) bewiesen habe, findet die Adduction des Fusses durch diesen Muskel hauptsächlich in Folge der Bewegung statt, die er der Articulatio calcaneo-astragalea ertheilt.

b. Extensor hallucis longus.

540. Soll ich von dem Extensor hallucis longus als einem Hülfsmuskel des Tibialis anticus reden? Man kann es zwar zu Stande bringen, dass er den Articulationen des Tarsus und Metatarsus, nachdem er seine Wirkung auf die grosse Zehe entfaltet hat, eine analoge Bewegung ertheilt, wie diejenige, die dem Tibialis anticus eigen ist; zu diesem Zwecke muss man aber mit grosser Kraft an ihm ziehen und ihn über die Grenze hinaus verkürzen, die er bei seiner physiologischen Contraction inne hält. Man begreift also, dass dieser Muskel nur ein ganz schwacher, wenn nicht ganz ohnmächtiger Hülfsmuskel des Tibialis anticus ist.

c. Extensor digitorum communis longus (Flexor pedis abductorius).

Sieht man von seiner Wirkung auf die Zehen ab, so setzt der Extensor digitorum communis die Articulationes calcaneo-astragalea, tibio-tarsea und medio-tarsea in Bewegung.

I. Wirkung auf die Articulatio calcaneo-astragalea.

Die Bewegung, welche der Articulatio calcaneo-astragalea durch den Extensor digitorum communis ertheilt wird, bewirkt zugleich die Abziehung und Beugung des Fusses.

541. Nehmen wir an, dass der Fuss im Augenblicke, wo man an dem Extensor communis digitorum zieht, in äusserster Adductionsstellung steht, so sieht man, nachdem die Zehen gestreckt worden sind, wie der Calcaneus um seine Längsaxe von innen und unten nach aussen und oben rollt, während sich dieselbe gleichzeitig gegen die Axe des Unterschenkels von aussen nach innen verschiebt. Diese doppelte Bewegung findet in Folge des Gleitens der Gelenkfacetten des Calcaneus auf denen des Astragalus statt; sie hat eine grosse

Analogie mit derjenigen, die der Calcaneus gegen den Astragalus unter dem Einflusse des Peronaeus longus ausführt und die im Vorstehenden (s. 530) beschrieben worden ist. Ich komme nicht auf die anatomischen Verhältnisse zurück, die ihren Mechanismus erklären; aber ich erinnere daran, dass wie ich damals gesagt habe, das dreieckige Grübchen, in das der Sulcus interosseus des Calcaneus nach aussen übergeht, die doppelte Rotationsbewegung durch den Extensor communis digitorum begünstigt, indem sie dem vorderen äusseren Rande der hinteren Gelenkfacette des Astragalus gestattet, sich in seine Tiefe zu versenken.

Besonders wenn der Extensor digitorum communis longus diese selbe Rotationsbewegung des Calcaneus hervorbringt, sieht man deutlich den Zweck und Nutzen dieses dreieckigen Grübchens; denn während dabei die Gelenkfacetten des Calcaneus auf jenen des Astragalus von hinten und aussen nach vorn und innen gleiten, steigt der vordere äussere Rand der hinteren Gelenkfacette dieses letzteren Knochens weit tiefer in diese Fossa triangularis hinab, wie bei der Wirkung des Peronaeus longus. Es folgt daraus, dass die Abziehung des Fusses in grösserem Umfange vom Extensor communis digitorum geschieht, wie vom Peronaeus longus.

542. Zur gleichen Zeit, wo die im Vorstehenden beschriebene Abduction stattfindet, bewirkt ausserdem die der Wirkung des Extensor communis digitorum eigene Bewegung der Articulatio calcaneo-astragalea eine gewisse Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel. Auf diesse letztere Thatsache, die mir trotz ihrer Wichtigkeit unbekannt zu sein scheint, wünsche ich ganz besonders die Aufmerksamkeit zu lenken.

Für mich ist es unbestreitbar erwiesen, dass sich die Articulatio calcaneo-astragalea (eine Arthrodia duplex) unter physiologischen Verhältnissen wie eine Trochlea in der Richtung des langen Durchmessers ihrer Gelenkfacetten bewegt. Die Windebewegung, von der die Rede ist, wird durch die schiefe Krümmung der zwischen dem Calcaneus und Astragalus befindlichen Gelenkoberflächen von innen und hinten nach aussen und vorn bedingt. Diese Krümmung verlängert sich in die Fossa triangularis, welche nach vorn von der hinteren Gelenkfacette des Calcaneus gelegen ist. Da auf Grund dieses anatomischen Verhaltens der vordere Rand der hinteren Gelenkfacette des Astragalus während der Beugung mit Abduction bis auf den Grund dieser Grube herabsteigen kann, wie ich schon oben gesagt habe, so beschreibt dieser Rand einen grösseren Kreisbogen, als wenn er während dieser Beugung den correspondirenden Vorderrand

der hinteren Gelenkfacette des Calcaneus nicht überschreiten könnte.

Man braucht nicht zu beweisen, dass sich die Enden dieses Bogens in entgegengesetztem Sinne bewegen müssen, d. h. dass sich das eine senkt, während sich das andere hebt, und umgekehrt. Wenn dieser Bogen eine transversale Richtung hätte, so würde aus den Bewegungen der Articulatio calcaneo-astragalea nur die Erhebung oder Senkung der Fussränder im entgegengesetzten Sinne hervorgehen; wenn er die Richtung von vorn nach hinten hätte, wie die Articulatio tibio-tarsea, so würde daraus eine Erhebung der Fussspitze und Senkung der Hacke und vice versa resultiren. Da nun aber dieser Bogen eine intermediäre Richtung zwischen den beiden genannten innehält, d. h. eine Richtung schief von innen und hinten nach aussen und vorn, so ist es augenscheinlich, dass der Calcaneus beim Gleiten auf dem Astragalus gleichzeitig beide eben angegebenen Bewegungen bewirken muss. In der That hängt von dieser schief zur Fussaxe gerichteten Rotation die Abziehung des Fusses mit Umkehrung seiner Oberflächen ab; und ebenfalls aus dieser schiefen Rotation resultirt die Erhebung seines vorderen Endes ebenso wie die Senkung seines hinteren Endes und umgekehrt.

543. Die mechanische Theorie, die ich so eben entwickelt habe ist genau richtig; sie wird durch die Beobachtung bestätigt.

Bei gewissen erwachsenen Individuen habe ich nämlich constatirt, dass das hintere Ende des Calcaneus sich ungefähr um $^1/_2$ cm senkte, wenn ich an dem Extensor digitorum communis zog, nachdem ich den Fuss in die Streckung unter Adduction versetzt hatte; der Kopf des Calcaneus erhob sich dabei in demselben Verhältniss; was folgerichtig eine Erhebung um $1^1/_2$ cm am vorderen Ende des Fusses bedingte. Wenn man zu diesen $1^1/_2$ cm die ungefähr 3 cm der Erhebung des Aussenrandes des Fussendes hinzurechnet, einer Erhebung, die unter dem Einflusse desselben Muskels durch die Rotation des Calcaneus um seine Längsaxe bewirkt wird, so erhält man in Summa eine Beugung von $4^1/_2$ cm in der Gegend des äusseren und vorderen Randes des Fusses.

Ebenso wie der Peronaeus longus der Antagonist des Tibialis anticus ist, hinsichtlich der Wirkung, die er auf die Articulationen des Innenrandes der vorderen Fussabtheilung und auf die Articulatio calcaneo-astragalea ausübt, ebenso wirkt der Triceps surae auf diese letztere Articulation in entgegengesetztem Sinne, wie der Extensor communis digitorum; mit anderen Worten, wenn dieser letztere

vermittelst der einzigen Bewegung, die er der Articulatio calcaneo-astragalea ertheilt, das Fussende um $4\frac{1}{2}$ cm erhoben hat, so kann der Triceps surae dasselbe in demselben Masse senken, indem er auf die genannte Articulation wirkt.

Aus den vorstehend berichteten Thatsachen geht also hervor, dass die Articulatio calcaneo-astragalea von den Muskeln Extensor communis digitorum oder Triceps surae so in Bewegung gesetzt wird, dass der Fuss an seinem vorderen äusseren Ende beim Erwachsenen ungefähr um $4\frac{1}{2}$ cm und an der Ferse um $\frac{1}{2}$ cm erhoben oder gesenkt werden kann.

544. Wie ich gezeigt habe (s. 447), hat die Natur die Muskelkräfte, welche der Beugung des Fusses vorstehen, in wunderbarer Weise combinirt, damit sie normaler Weise unter einer leichten Abduction stattfände. Die soeben entwickelten Betrachtungen verhelfen vielleicht dazu, den physiologischen Zweck dieser Beugebewegungen unter gleichzeitiger Abduction zu finden. Mir scheint nämlich die Beugung mit Abduction vortheilhafter als die Beugung in gerader Richtung, weil die erstere, die aus den gleichzeitigen Bewegungen der Articulatio tibio-tarsea und calcaneo-astragalea resultirt, umfänglicher ist, als die gerade Beugung, die einzig durch das Spiel der Articulatio tibio-tarsea bewirkt wird.

545. Nach Winslow*) lehrten die Anatomen, dass der Extensor digitorum communis bei gewissen Bemühungen den Fuss zu beugen, dem Tibialis anticus als Hülfsmuskel dienen kann; aber keiner hatte erkannt, dass der Muskel ausserdem die Abziehung des Fusses bewirkte und seine Plantarfläche nach aussen umkehrte, vermittels einer Rotationsbewegung des Calcaneus gegen den Astragalus in der Richtung der Gelenkoberflächen, durch die diese beiden Knochen in Verbindung stehen. Im Gegentheil hatte Cruveilhier**) in den ersten beiden Ausgaben seines Lehrbuches der Anatomie behauptet, dass die Fusssohle durch diesen Muskel nach innen gekehrt wird.

Da der Peronaeus tertius oft fehlt und andererseits der Peronaeus brevis, wie ich bewiesen habe, die Beugung des Fusses nicht bewirkt, so musste die Beugung des Fusses mit Abduction durch den Extensor communis digitorum bewirkt werden. Dies ist auch durch die elektromuskuläre Versuchsweise und die klinische Beobachtung nachgewiesen worden. (s. 450 u. 451).

---

*) Traité des muscles Nr. 1742.

**) L. c. 2 édit. t. II. p. 368.

II. Wirkung auf die Articulatio tibio-tarsea.

546. Wenn sich auch die Kraft des Extensor communis digitorum hauptsächlich auf die Articulatio calcaneo-astragalea geltend macht, so versetzt er doch die Articulatio tibio-tarsea gleichfalls, wenn auch schwach, in Bewegung.

Wie soll man aber diese speciellere Wirkung des Extensor communis digitorum longus auf die Articulatio calcaneo-atragalea erklären? Bekanntlich verläuft der Muskel senkrecht bis zur Gegend der Articulatio tibio-tarsea, biegt sich dann aber um und wird horizontal, nachdem er in der Scheide verlaufen ist, welche das Ligamentum annulare tarsi durchbohrt. Durch die Lage dieser Sehnenscheide entsteht die specielle Wirkung, die er auf die Articulatio calcaneo-astragalea ausübt; man kann dies constatiren, indem man die Scheide mehr oder weniger dem inneren Rande annähert; man sieht dann, dass der Muskel die Abduction weniger stark bewirkt und dass er in der Sehnenscheide des Tibialis anticus zum Flexor adductorius wird, wie dieser. Ich habe klinische Thatsachen beigebracht (s. 459), die mit diesem Leichen-Experimente übereinstimmen, in welchen der Extensor communis digitorum ein Flexor adductorius geworden war, weil seine Sehne bei seinem Durchtritt unter dem Ligamentum annulare tarsi sich weiter nach innen verschoben hatte. Man beobachtet aber andererseits, dass der Muskel, wenn er dabei seine besondere Wirkung auf die Articulatio calcaneo-astragalea verloren hat, mehr Kraft gewonnen hat um die Articulatio tibio-tarsea zu bewegen.

547. Wenn man die Bewegung der Articulatio calcaneo-astragalea verhindert, während man auf den Extensor communis digitorum wirkt, so beugt sich der Fuss mit grosser Energie in seiner Articulatio tibio-tarsea: aus diesem Grunde wird er ein mächtiger Hülfsmuskel der Beugung in der Articulatio tibio-tarsea, wenn er sich synergisch mit dem Tibialis anticus contrahirt, so dass er die Beugung in gerader Richtung bewirkt.

548. Vergleicht man die Wirkung jedes einzelnen Fascikels des Extensor communis digitorum, so bemerkt man, dass die beiden ersten auf die Articulatio calcaneo-astragalea wirken wie die beiden letzten, dass diese aber stärker die Abduction bewirken.

Endlich wirken die beiden äusseren Fascikeln des Extensor communis digitorum auf die Articulatio calcaneo-astragalea genau so wie der sogen. Musculus peronaeus tertius, und es bestätigt sich

daher die Auffassung, die ich schon aus der elektrophysiologischen Versuchsweise gefolgert habe, nämlich, dass der Peronaeus tertius nur ein Anhang des Extensor communis digitorum ist.

III. Wirkung auf die Articulatio medio-tarsea.

549. Die vordere Fussabtheilung hat im Normalzustande eine Tendenz, sich in der Articulatio medio-tarsea von oben und aussen nach unten und innen zu bewegen; sie wird zu dieser Bewegung getrieben durch ihre Schwere und die Muskeln, die, theils am Unterschenkel gelegen (Flexor digitorum communis longus und Flexor hallucis longus), theils an der Plantarfläche des Fusses (Adductor hallucis, Flexor digitorum brevis communis und Caro quadrata) auf ihr vorderes Ende wirken. Die Ligamenta calcaneo-cuboïdeum und astragalo-scaphoïdeum dorsale leisten dieser Bewegung nur einen geringen Widerstand, und dieselbe ist bei manchen Personen so umfänglich, dass ihr stark geschweifter Fuss an seiner Rückenfläche einen starken Vorsprung des Kopfes des Calcaneus und Astragalus darbietet. An Leichen, bei denen ich die obere Anheftung der den Fuss bewegenden Muskeln abgeschnitten hatte, habe ich die vordere Abtheilung des Fusses sich in seiner Articulatio medio-tarsea allein in Folge seiner Schwere senken sehen; der Kopf des Calcaneus und des Astragalus machte auf dem Rücken des Fusses einen Vorsprung.

Die erste Wirkung des Extensor digitorum communis longus, nachdem er eine Streckung hervorgebracht hat, besteht darin, diese Vorsprüngc zum Verschwinden zu bringen, indem er den vorderen Fussabschnitt noch in der Articulatio medio-tarsea von unten und innen nach oben und aussen in Bewegung setzt.

Die klinische Beobachtung hat gezeigt, dass dieser Muskel nicht nur nothwendig für die Vollziehung dieser letzteren Bewegung ist, sondern dass er auch gewissermassen ein lebendiges Ligamentum dorsale der Articulatio medio-tarsea bildet.

C. Gelenkbewegungen, die denjenigen Muskeln eigen sind, welche die Abziehung und Anziehung des Fusses besorgen.

a. Peronaeus brevis (Abductor rectus pedis).

Der Peronaeus brevis bewegt die Articulationes medio-tarsea,

calcaneo-astragalea, tibio-tarsea und die des fünften Mittelfussknochens mit dem Würfelbein.

I. Wirkung auf die Articulatio medio-tarsea.

550. Wenn man an einem Unterschenkel, der so wie in dem vorangegangenen Versuche präparirt wurde, an dem Peronaeus brevis zieht, so beobachtet man, dass das Kahnbein und Würfelbein während der Abziehung des Fusses gegen den Calcaneus und Astragalus von innen nach aussen gleiten. Der erste Zeitabschnitt dieser Bewegung lässt sich leicht constatiren, wenn der Fuss in dem Augenblicke, wo man an dem Peronaeus brevis zieht, sich in äusserster Adduction befindet, denn dann hat die Sehne dieses Muskels, von ihrem Umbiegungspunkte ab gerechnet, dem hinteren und unteren Theile des Malleolus externus, eine schiefe Richtung von aussen und hinten nach innen und vorn zu ihrer Anheftungsstelle am fünften Mittelfussknochen. Man begreift, dass der umgebogene Theil seiner Sehne, wenn man dann an diesem Muskel zieht, in seine normale, von vorn nach hinten gehende Richtung, zurückgeführt wird, und dass sie nothwendiger Weise den vorderen Fussabschnitt von innen nach aussen nachziehen muss.

II. Wirkung auf die Articulatio calcaneo-astragalea.

551. Beim ersten Anblicke scheint es ziemlich schwierig zu sagen, durch welche Gelenkbewegung der Peronaeus brevis die Abziehung des Fusses bewirken kann, denn seine Sehne, welche sich in der Gegend des Malleolus externus umschlägt, nimmt eine gerade Richtung von hinten nach vorn zu ihrem Insertionspunkte am fünften Mittelfussknochen. Ich will indess versuchen eine Erklärung zu geben.

Während die letzten Mittelfussknochen durch den Muskel nach dem Malleolus externus hingezogen werden, treiben sie das Würfelbein und den Calcaneus von hinten nach vorn vor sich her. Da nun aber der letztere mit dem Astragalus in einer solchen Weise articulirt, dass er nicht gerade zurückweichen kann, (wenigstens ist diese Bewegung immer sehr beschränkt), sondern sich nur in der schiefen Richtung seiner oberen Gelenkoberflächen von vorn und aussen nach hinten und innen bewegen kann, so gleitet der Knochen in dieser Richtung auf dem Astragalus und zieht alle anderen Knochen der vorderen Fussabtheilung mit sich.

Aus dieser schiefen Bewegung von vorn und aussen nach hinten und innen, die der Calcaneus gegen den Astragalus ausführt, resultirt die Abductionsbewegung durch den Peronaeus brevis, d. h. eine Schaukelbewegung der Fussaxe gegen die Unterschenkelaxe und eine Rotationsbewegung des Calcaneus gegen den Astragalus, die die Erhebung des Aussenrandes des Fusses zur Folge hat.

III. Wirkung auf die Articulatio tibio-tarsea und den letzten Mittelfussknochen.

552. Jeder Zug, der an dem Peronaeus brevis geübt wird, strebt das hintere Ende des fünften Mittelfussknochens dem Malleolus externus anzunähern und folglich den Fuss zu heben, wenn er in Streckung ist, oder ihn zu strecken, wenn er sich in Beugung befindet, so dass er ihn in eine Mittelstellung zwischen Beugung und Streckung versetzt. — Es ist wohl unnöthig zu sagen, dass diese Bewegungen in der Articulatio tibio-tarsea geschehen. — Bei diesem Experimente bewegt sich der fünfte Mittelfussknochen auch von unten nach oben gegen das Würfelbein.

Durch dieses Leichenexperiment wird die Thatsache bestätigt, die schon durch die elektrophysiologische Versuchsweise dargethan wurde, nämlich, dass der Peronaeus brevis unter gewissen gegebenen Umständen der Articulatio tibio-tarsea Bewegungen in entgegengesetzter Richtung ertheilt, und dass er aufhört, auf diese Articulation zu wirken, sobald der Fuss nahezu in eine Mittelstellung zwischen Beugung und Streckung gestellt ist. Man wird sich aber erinnern, wie ich schon gesagt habe, dass die Kraft, mit der der Muskel auf die Articulatio tibio-tarsea wirkt, äusserst gering ist.

553. Winslow*) betrachtete den Peronaeus brevis (den man damals Peronaeus medius nannte), als einen Beugemuskel des Fusses: „durch seine Anheftung an die Tuberositas metatarsi ossis quinti bringt er die Fusssohle zur Drehung nach aussen, und gleichzeitig führt er die Beugung aus, wenn er ohne Mithülfe des Tibialis anticus wirkt.“ Und später fügt er hinzu: „der Peronaeus tertius (Peronaeus anticus) ist ein Hülfsmuskel des medius bei der geraden Beugung des Fusses ohne Mitwirkung des Tibialis anticus.“

*) Traité des muscles 1732, p. 334. No. 1123 u. 1124.

Später (etwa 30 Jahre nachher) schrieb Sabatier*) dem Peronaeus brevis eine entgegengesetzte Wirkung auf die Articulatio medio-tarsea zu. „Dieser Muskel", sagt er, „streckt den Fuss gegen den Unterschenkel und bei gewissen Gelegenheiten den Unterschenkel gegen den Fuss, in derselben Weise und mit derselben Richtung, wie der Peronaeus longus."

Seit Sabatier haben die Anatomen gelehrt, dass der Muskel ein Extensor und Abductor des Fusses sei; einige haben sich damit begnügt, anzugeben, dass er dieselbe Wirkung übt, wie der Peronaeus longus! Diese Letzteren hätten sicher nicht eine solche Verwirrung begangen, wenn sie die wichtige Rolle gekannt hätten, die der Peronaeus longus als Senker des Submetatarsalvorsprunges oder vorderen Ballens beim Vorschreiten erfüllt.

Endlich sollte nach Sabatier der Peronaeus brevis durch seine Anheftung an die Tuberositas des fünften Mittelfussknochens so wirken, dass er das Capitulum dieses Knochens und des vierten Mittelfussknochens nach aussen zöge und auf diese Weise die Verbreiterung der vorderen Fussabtheilung bewirkte. Die elektromusküläre Versuchsweise hat diese Auffassung nicht bestätigt, sondern nur gezeigt, dass der Muskel den fünften Mittelfussknochen erhebt. (s. I. Peronaeus brevis S. 399).

b. Tibialis posticus.

I. Wirkung auf die Articulatio medio-tarsea.

554. Wenn man einen starken Zug an dem Tibialis posticus ausübt, so wird das Tuberculum des Kahnbeins, woran die Sehne dieses Muskels sich anheftet, nach dem unteren Ende des Malleolus internus angezogen. Daraus folgen ziemlich complicirte Bewegungen des Kahnbeins, und zwar 1) eine Bewegung dieses Knochens von aussen und vorn nach innen und hinten, 2) eine Drehbewegung um seine von vorn nach hinten durchgelegte Axe, wodurch sein Tuberculum, während es sich dem Malleolus internus nähert, sich um 1—2 cm erhebt, während sich der obere und äussere Theil des Knochens, der dem Tuberculum gegenüber liegt, ungefähr in demselben Verhältnisse senkt. Diese Bewegung des Kahnbeines gegen den Astra-

*) Traité d'anatomie 1714 p. 387.

galus lässt nicht nur ungefähr das äussere Drittel des Kopfes des Astragalus unbedeckt, sondern auch einen merklichen Theil seiner oberen Portion.

Da das Kahnbein das Würfelbein und die anderen Knochen der vorderen Fussabtheilung in seine Bewegung von aussen nach innen mit hineinzieht, so wird etwa das äussere Drittel der Vorderfläche des Calcaneus gleichfalls blossgelegt.

Diese Bewegung der vorderen Abtheilung des Fusses gegen die hintere von aussen nach innen wird einzig und allein durch die Convexität der Gelenkoberfläche des Astragaluskopfes und die entsprechende concave Gelenkoberfläche des Kahnbeines begünstigt, denn die Sehne des Tibialis posticus ist von ihrem Umbiegungspunkte bis zu ihrer Anheftung an das Tuberculum des Kahnbeines gerade von hinten nach vorn gerichtet. Es ist aber verständlich, dass sie, indem sie von vorn nach hinten auf einen Punkt des Innenrandes des Kahnbeines wirkt, leicht ein Gleiten der hinteren concaven Oberfläche dieses Knochens auf der convexen Fläche des Astragaluskopfes veranlassen und auf diese Weise die schiefe Bewegung des Kahnbeines nach hinten und von aussen nach innen bewirken kann, während dasselbe die vordere Abtheilung des Fusses in seinem Gefolge mit sich zieht.

555. Es ist von Interesse, diese besondere Adductionswirkung des Tibialis posticus auf die Articulatio medio-tarsea mit derjenigen zu vergleichen, die der Tibialis anticus in der Richtung von unten nach oben auf die Articulationen des Innenrandes der vorderen Fussabtheilung ausübt.

Man wird sich nämlich erinnern, dass der letztgenannte Muskel (der Tibialis anticus) auf diese Articulationen in entgegengesetztem Sinne wie der Peronaeus longus wirkt und successive den ersten Mittelfussknochen gegen das erste Keilbein, dieses gegen das Kahnbein und endlich das letztere gegen den Astragalus erhebt (s. I Tibialis anticus S. 371). Man wird nun aber bemerken, dass diese Hebebewegung des Kahnbeines gegen den Astragalus gerade von unten nach oben stattfindet, und dass folglich, wenn gleichzeitig mit einer Zugwirkung, die man auf den Tibialis anticus übt, das äussere Drittel des Kopfes des Astragalus und ein Theil seines oberen Randes durch den Tibialis posticus blossgelegt worden sind, wie ich im Vorstehenden (554) gezeigt habe, man wird also bemerken, sage ich, dass dieser Knochen augenblicklich nach oben und etwas nach aussen gezogen wird und den Kopf des Astragalus gänzlich bedeckt. Es folgt daraus, dass der Tibialis anticus dem vorderen

Fussabschnitte nicht eine gleich umfängliche Bewegung gegen den hinteren Abschnitt von aussen nach innen ertheilt, wie der Tibialis posticus.

556. Der Tibialis anticus bringt nicht nur die Plantarwölbung zum Schwinden und constituirt in Folge seiner besonderen Wirkung auf den ersten Mittelfussknochen oder den Metatarsalvorsprung den Plattfuss; ganz abgesehen von seiner Wirkung als Beuger des Fusses erhebt er ausserdem noch das Kahnbein um 1—2 cm höher als der Tibialis posticus. Daraus folgt, dass er die Plantarfläche des Fusses stärker nach innen richtet, wie der Tibialis posticus.

II. Wirkung auf die Articulatio tibio-tarsea.

557. Was ich von der Wirkung des Peronaeus brevis auf die Articulatio medio-tarsea gesagt habe, ist auch auf den Tibialis posticus anwendbar, d. h. derselbe führt den Fuss in die rechtwinklige Stellung zu dem Unterschenkel zurück, wenn er vorher in Streckung oder Beugung war.

558. Ueber die Bewegung, die der Tibialis posticus der Articulatio tibio-tarsea ertheilt, herrscht unter den Anatomen eine grosse Divergenz der Meinungen.

Man liest nämlich bei Columbus*): „Pro usu natura hunc musculum genuit, ut pedem versus interiora trahat."

Etwa zwei Jahrhunderte später sagte Winslow**): „Wenn er allein wirkt, streckt er den Fuss in schiefer Richtung nach innen". Dann kommt Sabatier***), welcher die Auffassung von Columbus unterstützt. „Er führt", sagt er, „die Füsse gegen einander nach innen, ohne sie zu strecken oder zu beugen." Aber nach Sabatier hat die Meinung von Winslow in der Darstellung der Anatomie geherrscht: der Tibialis posticus wurde als ein Extensor alductorius betrachtet.

Wie man gesehen hat, lassen die klinische Versuchsmethode und Beobachtung die Meinung von Columbus und Sabatier triumphiren, da sie zeigen, dass der Tibialis posticus direct die Anziehung des Fusses bewirkt.

*) Columbus. De re anatomica lib. XV. Parisiis 1562 p. 278.
**) Traité des muscles Nr. 133.
***) Traité complet des muscles 1774 t. I p. 398.

§. II. Muskeln, welche die Zehen bewegen.

A. Extensor communis digitorum.

559. Ebenso wie der Extensor communis an den Fingern, ist der Extensor communis an den Zehen von allen Anatomen als gleich kräftiger Strecker aller drei Phalangen betrachtet worden. Diese Meinung ist heute verlassen worden, denn es ist durch die Versuchsmethode (s. 483 u. 484) und noch besser durch die klinischen Thatsachen erwiesen (s. 507), dass dieser Muskel eine analoge Thätigkeit auf die Zehenphalangen hat, wie der Extensor an der Hand auf die Fingerphalangen, und nur die ersten Phalangen kräftig streckt. Es genügt nämlich, wie man gesehen hat, dass beispielsweise die Interossei atrophisch sind, und die beiden letzten Phalangen können nicht mehr gestreckt werden; dieselben werden dann durch die tonische Kraft ihrer Antagonisten (der Mm. flexor digitorum communis longus u. brevis) in continuirliche Beugestellung gezogen.

560. Ich habe untersucht, ob die anatomischen Verhältnisse der Zehenstrecker von den Bewegungen in entgegengesetzter Richtung, die diese Muskeln den Phalangen ertheilen, eine Erklärung geben konnten, und habe folgende Beobachtungen und Leichenexperimente gemacht.

Wenn ich die Muskeln eines Unterschenkels und Fusses, der frisch amputirt war, und dessen tonische Kraft noch erhalten war, bloss legte, und darauf einen Zug auf die Sehnen des Extensor communis digitorum übte, so streckten sich die ersten Phalangen gegen die Mittelfussknochen, und die beiden letzten Phalangen beugten sich in geradem Verhältnisse zu dem Grade der Streckung der ersten Phalangen.

Darauf durchtrennte ich die Sehnen dieses Muskels im Bereich der ersten Phalangen einige Millimeter oberhalb der Gelenkverbindungen mit ihren zweiten Phalangen; ich constatirte dann, dass der Muskel die Streckung der ersten Phalangen mit derselben Kraft bewirkte, obgleich seine Sehnen von der Anheftung an die zweiten Phalangen abgetrennt waren.

Durch diesen Versuch war es also erwiesen, dass die Sehnen des Extensor communis digitorum direct auf die ersten Phalangen wirkten, so dass sie ihre Streckung hervorriefen, und dass diese Streckung nicht vermittelst ihrer Anheftung an die zweiten Phalangen stattfand, wie man bis dahin gelehrt hatte.

561. Indem ich darauf nachforschte, auf welche Weise diese Sehnen so direkt auf die ersten Phalangen wirken konnten, entdeckte ich, dass sie vermittelst fibröser Ausbreitungen an ihnen befestigt waren (s. 5, Fig. 93 u. 94); diese Ausbreitungen gingen von ihrer

Fig. 93. Fig. 94.

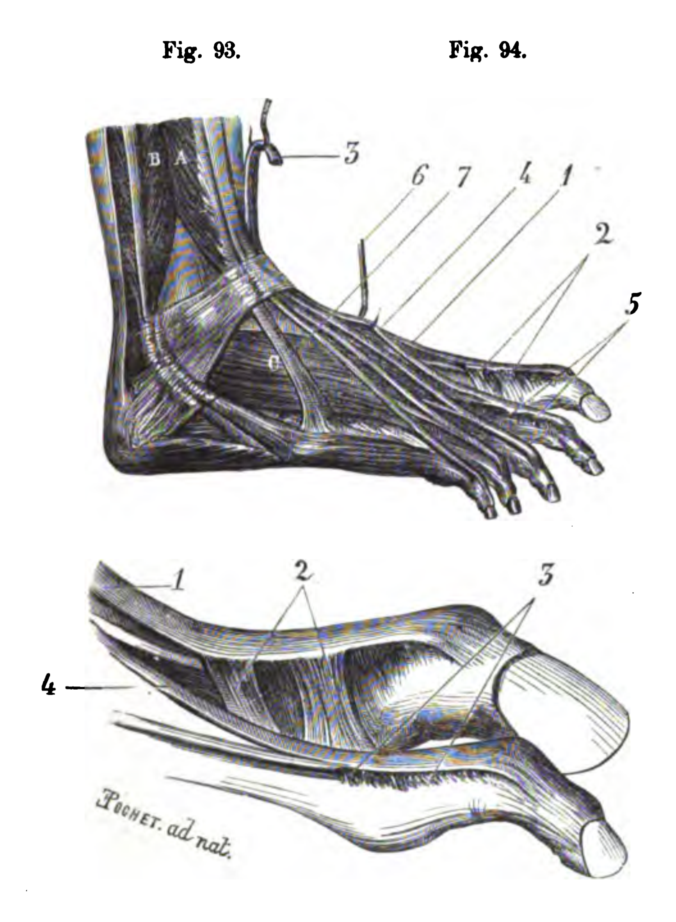


Fig. 93 u. 94. Anatomisches Präparat zum Zwecke die fibrösen Ausbreitungen zu zeigen, durch welche die Sehnen des Extensor communis digitorum und des Extensor hallucis longus mit den ersten Phalangen verbunden werden, kraft deren diese Muskeln kräftig nur auf die ersten Phalangen und nur schwach auf die letzten wirken. — Die grosse und die zweite Zehe, die auf Fig. 93 von ihrer Aussenseite zu sehen sind, sind auf Fig. 94 in natürlicher Grösse abgebildet — 1, Sehne des Extensor hallucis longus, an welcher man mittelst des Häkchens 3 zieht; 2, fibröse Ausbreitung, welche die Sehne mit der ersten Phalanx verbindet; 4, Sehne vom Extensor communis digitorum zur

unteren Fläche aus und befestigen sich an correspondirenden Punkten der oberen Fläche dieser Phalangen fast in ihrer ganzen Länge. Diese kurzen, ziemlich starken Fasern waren von viel dünneren und längeren Ausbreitungen bedeckt, welche den Rändern der Sehnen adhärirten und sich an den Seiten der ersten Phalangen verloren. Sie hemmten die Bewegungen der Sehnen erheblich; und dies erklärte die schwache Wirkung, die der Muskel auf die zweiten und dritten Phalangen übte.

Die fibrösen Ausbreitungen, durch welche die Sehnen des Extensor communis digitorum an den ersten Phalangen fixirt werden, sind weit mächtiger, besonders durch die Ausdehnung ihrer Knochenanheftung, wie die des Extensor communis an den Fingern.

B. Interossei und Lumbricalmuskeln des Fusses.

562. Die Entdeckung der Eigenwirkung der Interossei des Fusses und der anatomischen Verhältnisse, die diese Wirkung erklären, datirt nicht von so alter Zeit, wie die der Interossei an der Hand, sie gehört Sabatier*) an. Er beschrieb nämlich die Endigung eines Interosseus an der oberen Fläche des Fusses, desjenigen, welcher den Zwischenraum zwischen den beiden ersten Mittelfussknochen einnimmt, in folgender Weise: „Diese Sehne," sagt er, „geht zur Innenseite der ersten Phalanx der zweiten Zehe, wo sie sich zum Theil anheftet, wonach sie dem oberen Rande dieser Phalanx entlang sich fortsetzt, um sich mit dem inneren Rande der daselbst befindlichen Strecksehnen zu verbinden," und etwas später sagt er, „die anderen Interossei ebenso wie die Lumbricales haben dieselben Verbindungen mit den Sehnen des Extensor communis digitorum." Ferner fügt er hinzu, dass diese Muskeln ausser den seitlichen Bewegungen, die sie den Zehen ertheilen, dieselben Verrichtungen haben wie die der Hand, d. h. dass sie die ersten Phalangen der Zehen gegen den Mittelfussknochen beugen, die zweiten aber gegen die ersten und die dritten gegen die zweiten strecken.

Sömmering und Boyer gaben zwar zu, dass die sehnige Endigung der Interossei und Lumbricales am Fusse ein analoges

---

zweiten Zehe, mittels des Häkchens 6 aufgehoben; 5, die starken und kurzen fibrösen Züge, welche die Sehne mit der ersten Phalanx der zweiten Zehe verbinden. Diese Züge werden von längeren und dünneren fibrösen Ausbreitungen bedeckt, die von der Sehne zu den Seiten der ersten Phalanx gehen. A Peronaeus tertius, B Peronaeus brevis, C Pediaeus.

*) Traité des muscles 1774. t. I pg. 400.

Verhalten bietet, wie die der Interossei an der Hand, da sie sich in die Strecksehnen fortsetzen, gestanden ihnen jedoch keine Wirkung auf die Streckung der beiden letzten Phalangen zu. Ich habe über diesen Gegenstand einige neue Leichenexperimente gemacht.

563. Am frisch amputirten Fusse von Erwachsenen, dessen Muskeln blossgelegt worden waren, drückte ich mit meinem Finger die ersten Zehenphalangen, die einen leichten Bogen mit oberer Convexität bildeten, herunter, dabei wurden die beiden letzten Phalangen gegen die ersten aufgerichtet, und die Zehen wurden geradlinig.

Diese Streckung der beiden letzten Phalangen, welche während der mechanischen Senkung der ersten Phalangen stattfand, geschah ohne alle Kraft; wenn ich sie nämlich zu beugen suchte, während ich die ersten in Senkung gegen den Mittelfussknochen erhielt, verspürte ich sehr wenig Widerstand. Augenscheinlich war sie durch den Widerstand des Extensor communis digitorum gegen die Dehnung bedingt, die er bei der Beugung der ersten Phalanx erfuhr. In der That fand sie bei der Senkung der ersten Phalangen nicht mehr statt, sobald ich die Sehnen dieses Muskels in der Gegend des Köpfchens der Mittelfussknochen zerschnitten hatte. — Ich brauche nicht zu sagen, dass dieser Widerstand des Extensor communis digitorum gegen die Dehnung, und folglich die Kraft der Streckung der letzten Phalangen, im Verhältniss der tonischen Kraft dieses Muskels zunimmt. Ich konnte dies an ganz frisch amputirten Gliedern constatiren, deren tonische Spannung noch intact war und bei denen ich dieselben Versuche anstellte.

564. Nachdem ich darauf die Interossei und Lumbricales von ihren hinteren Anheftungen abgetrennt hatte, übte ich abwechselnd auf die einen oder anderen eine Zugwirkung aus; dabei streckten sich, während ich an den Lumbricales zog, die beiden letzten Phalangen gegen die ersten, welche sich beugten, obgleich die Sehnen des Extensor communis in der Gegend der Mittelfussknochen durchschnitten waren.

Bei diesem Versuche sah ich die Sehne des Lumbricalis sich spannen und in das seitliche Bändchen der gleichen Seite fortsetzen. Mit einer starken Loupe unterschied man sehr genau eine schiefe Richtung von hinten und unten nach vorn und oben im Gegensatz zu der transversalen Richtung der Fasern der fibrösen Ausbreitung, die sie mit den Sehnen des Extensor communis longus digitorum in Zusammenhang brachte, in derselben Weise, wie die Verbindung

der Lumbricales und der Interossei der Hand stattfindet. Diese Streckung der beiden letzten Phalangen durch die Lumbricales geschah nicht mit derselben Kraft, wie die der letzten Fingerphalangen durch die Lumbricales der Hand.

Die gleiche Streckung der beiden letzten Phalangen konnte ich nicht erhalten, wenn ich an den Interosseis pedis zog.

Alles in allem geht aus den im Vorstehenden (s. 563 u. 564) berichteten Versuchen hervor:

1) Dass die Beugung der ersten Phalangen durch die Interossei und Lumbricales sich nothwendiger Weise mit der Streckung der beiden letzten Zehenphalangen vergesellschaftet; diese Streckung ist die Folge des Widerstandes, den der Extensor communis digitorum der Beugung dieser Phalangen entgegensetzt, und der durch die tonische Kraft des Muskels noch verstärkt wird.

2) Dass die Lumbricales direct als Strecker auf die beiden letzten Phalangen wirken, in Folge des unstreitig vorhandenen Ueberganges ihrer Sehne in die Seitenbändchen, ebenso wie bei den Lumbricales der Hand.

565. Die Streckkraft der beiden letzten Zehenphalangen durch Contraction der Lumbricales wird also einmal durch die directe Wirkung dieser Muskeln auf die Phalangen, dann aber auch durch den tonischen Widerstand des Extensor communis bedingt. Diese Streckkraft ist sehr schwach im Vergleich zu der Contraction der Interossei und Lumbricales an der Hand, für die Functionen des Fusses ist sie aber hinreichend, da sie hauptsächlich dazu dient, wie ich oben demonstrirt habe, die Pulpa der Zehenenden beim Stehen und Gehen gegen den Boden zu kehren.

566. Nehmen wir an, dass die Lumbricales am Fusse sich nicht wie an der Hand bis in die Seitenbändchen verlängerten und in Folge davon keine Wirkung auf die Streckung der beiden letzten Phalangen hätten. Trotz solcher Bedingungen könnte man voraussagen, dass die Entstellung der Zehen (die Zehenklaue) noch die unbedingte Folge der Atrophie oder Lähmung dieser Muskeln sein müsste.

Da nämlich bei den Leichenversuchen demonstrirt worden ist, dass bei der Streckung der ersten Zehenphalangen der Widerstand der Zehenbeuger gegen jede Verlängerung die Beugung der beiden letzten Phalangen im geraden Verhältniss zur Streckung der ersten Phalangen bewirkt, so werden begreiflicher Weise diese ersten Phalangen in Folge von Atrophie der Interossei pedis, welche dieselben bekanntlich kräftig beugen (s. 494), durch die tonische Kraft des Extensor cummunis digitorum, ihres mächtigen Streckmuskels, in

continuirliche Streckstellung gezogen. Nun streckt aber in Folge gewisser anatomischer Verhältnisse, die im Vorstehenden dargelegt wurden (s. 561), dieser Muskel die beiden letzten Phalangen zu schwach, um sich dann der Beugung, in welche sie durch die Zehenbeuger gezogen werden, zu widersetzen.

C. Extensor hallucis longus.

567. Die alten und modernen Anatomen sind in dem Punkte einstimmig gewesen, dass der Extensor hallucis longus die beiden Phalangen der grossen Zehe streckt. Indem sie ausserdem in Betracht zogen, dass die Sehne dieses Muskels sich an dem hinteren und oberen Theile der zweiten Phalanx anheftet, so haben sie daraus gefolgert, dass seine Wirkung zuerst sich auf die zweite Phalanx geltend machen müsste, und zwar kräftiger als auf die erste.

In der That scheint diese Auffassung rationell, wenn man nur die anatomischen Verhältnisse des Muskels in Betracht zieht, (seine Anheftung an das Nagelglied, das Fehlen aller kräftigen aponeurotischen Befestigungen, die bei den Sehnen der anderen Zehen vorhanden sind und die Wirkung der Sehne auf die letzte Phalanx einschränken). Wie soll man sie aber mit den klinischen Thatsachen vereinen, wenn man sieht, dass in Fällen, wo der Muskel sich in einem Zustande der Verlängerung befindet, wie beim Equinismus (s. 456 u. Fig. 84) oder in Folge von Atrophie der Muskeln, die sich an die Sesambeine der grossen Zehe begeben (s. 509 u. Fig. 92), die erste Phalanx allein sich fast bis zur Subluxation gegen den Kopf der Mittelfussknochen streckt und gleichzeitig die zweite sich gegen die erste beugt.

568. Nur Leichenexperimente an einem amputirten Unterschenkel, dessen tonische Muskelkraft noch intact ist, angestellt, konnten die Bedingungen kennen lehren, unter welchen diese Bewegungen in entgegengesetzter Richtung durch den Extensor hallucis longus hervorgerufen werden. Wenn ich bei diesen Versuchen an der Sehne des Muskels zog, so streckte sich die erste Phalanx so stark, dass sie bei starkem Zuge fast einen rechten Winkel mit dem ersten Mittelfussknochen bildete; gleichzeitig beugte sich die zweite Phalanx in geradem Verhältniss zu dem Grade der Streckung der ersten Phalanx. Sobald ich aber die Sehne des Flexor longus der grossen Zehe durchschnitt, während ich fortfuhr, an ihrem Extensor longus zu ziehen, so richtete sich die zweite Phalanx kräftig gegen die erste auf.

Die Versuche an Unterschenkeln von Leichen, deren Erregbarkeit erloschen ist, geben ähnliche Ergebnisse, die aber wegen der Abwesenheit der tonischen Kraft des Flexor longus hallucis weniger ausgesprochen sind.

Aus diesem Leichenexperimente geht also hervor, dass die Streckung der zweiten Phalanx durch den Extensor hallucis nicht kräftig genug ist, um den Widerstand zu besiegen, den die Dehnung und die tonische Kraft seines Antagonisten, des Flexor longus hallucis, während der Streckung der ersten Phalanx entgegensetzt. Von den Anatomen ist diese Thatsache verkannt worden.

569. Im Folgenden berichte ich ein anatomisches Verhalten, das einige Analogie mit dem der Sehnen des Extensor communis digitorum hat, und die Streckkraft, die vom Extensor hallucis longus auf die erste Phalanx der grossen Zehe geübt wird, verstärkt, dagegen seine Wirkung auf die zweite Phalanx abschwächt. Man sieht im Bereich der ersten Phalanx von der Articulatio metatarso-phalangea bis zur Endigung der Sehne von jeder Seite der Sehne des Muskels eine aponeurotische Ausbreitung entstehen, die sich an den Seiten der ersten Phalanx befestigt (s. 2, Fig. 93 u. 94).

Wenn man das anatomische Präparat hergestellt hat, das diese aponeurotische Ausbreitung bloslegt, und nun an der Sehne des Extensor hallucis longus zieht, so constatirt man, sobald die Streckung der grossen Zehe beginnt, dass diese aponeurotische Ausbreitung die Sehne festhält, deren Wirkung dann sich auf die erste Phalanx in geradem Verhältnisse zum Grade ihrer Streckung geltend macht, und dass gleichzeitig die Kraft der von der Sehne der zweiten Phalanx ertheilten Bewegung in demselben Maasse mehr und mehr abnimmt. Daraus folgt, dass die zweite Phalanx durch den Flexor longus hallucis gebeugt wird. (s. Fig. 95 u. 96.)

Ausserdem habe ich manchmal eine dünne Sehne sich von den untersten Fleischfasern des Extensor hallucis longus loslösen und nach innen von seiner dicken Sehne verlaufend (s. 4, Fig. 95 u. 96) sich an dem hinteren und oberen Ende der ersten Phalanx befestigen sehen (s. 5, Fig. 95 u. 96).

Diese anatomischen Thatsachen erklären also vollkommen die kräftige Wirkung, die der Extensor hallucis longus direct auf die erste Phalanx übt, und die Schwäche der Bewegung, die er der zweiten Phalanx ertheilt.

D. Muskeln, die an den Sesambeinen der grossen Zehe endigen.

570. Schon Winslow hatte die Muskelmassen, die an den Sesambeinen der grossen Zehe endigen, in zwei Muskeln getheilt,

Fig. 95. Fig. 96.

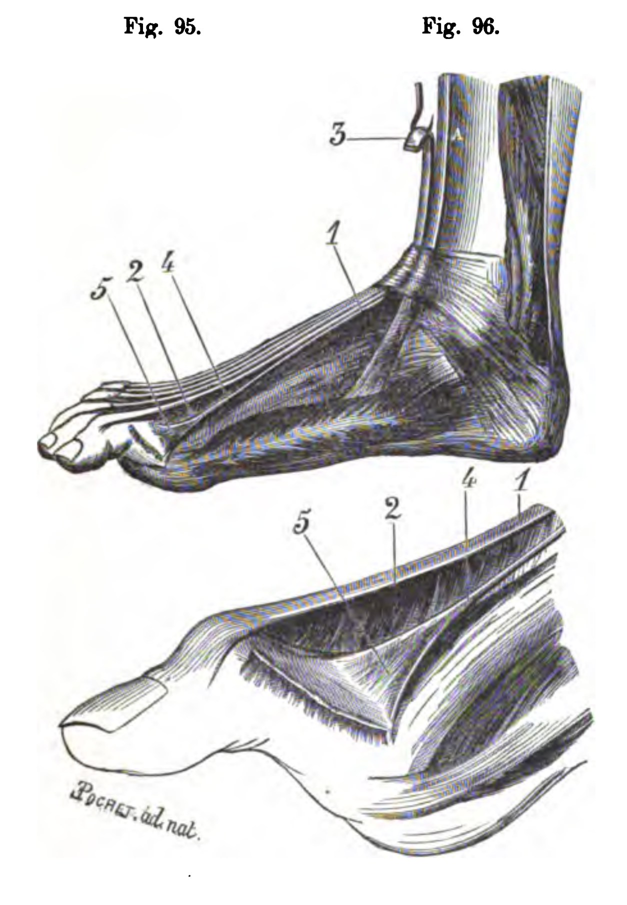


Fig. 95 u. 96. Anatomisches Präparat von einem rechten Fusse Fig. 95, und seiner grossen Zehe beinahe in Naturgrösse Fig. 96, von der Innenfläche gesehen. Von ihrer Aussenfläche sind sie schon Fig. 93 u. 94 abgebildet. — Die Figuren sollen die anatomischen Verhältnisse zeigen, in Folge deren der Extensor hallucis longus kräftig die erste Phalanx und nur schwach die zweite beugt. — 1. Sehne des Extensor hallucis longus, an der mit Hülfe des Häkchens 3 Fig. 95 ein Zug ausgeübt wird; 2, äussere aponeurotische Ausbreitung von der Innenfläche gesehen, welche die Sehne des Extensor hallucis longus mit der ersten Phalanx verbindet. Die innere aponeurotische Ausbreitung ist weggenommen worden, um zu zeigen, dass unter der fibrösen Ausbreitung der

die jeder aus zwei Fascikeln beständen; er nannte den, der sich zum inneren Sesamknochen begiebt, Thenar und den, der zum äusseren Sesamknochen geht, Antithenar.

Herr Cruveilhier hat diese Eintheilung adoptirt und versteht unter dem Adductor hallucis den inneren Fascikel des Flexor brevis der grossen Zehe und unter Abductor den äusseren Fascikel dieses Muskels.

Auch ich bin dieser Eintheilung gefolgt, sie ist die einzig rationelle aus anatomischem Gesichtspunkte, weil die beiden Fascikeln des Flexor brevis vollkommen getrennt sind, und noch mehr aus physiologischem Gesichtspunkte, da sie der grossen Zehe Seitenbewegungen in entgegengesetzter Richtung ertheilen (s. 499 u. 500.)

571. Ueber die Bewegung, die der grossen Zehe durch ihren Adductor und Abductor ertheilt werden, sind die Autoren nicht in Uebereinstimmung. Nach den einen (Winslow, Sappey) beugen sie kraftvoll die grosse Zehe, und es ist nur eine Nebenwirkung, dass sie sie seitwärts bewegen. Nach den anderen (Sabatier, Sömmering, Boyer, Cruveilhier) entfernen oder nähern diese Muskeln die grosse Zehe den anderen Zehen und beugen dieselbe nur wenig.

Ich habe sogar Anatomen angetroffen, die an der Seitwärtsbewegung, die der Adductor der grossen Zehe ertheilt, zweifelten.

Es war also nöthig, dass die elektrische Untersuchung und klinische Beobachtung die Ansicht über diesen Punkt fixirten. Wie man sich erinnert, habe ich demonstrirt, dass diese Muskeln (der Adductor und Abductor) der ersten Phalanx der grossen Zehe mit grosser Kraft eine schiefe Bewegung nach abwärts und zugleich nach innen oder aussen ertheilen; ich habe ausserdem die häufigen Umstände angegeben, wo sie entweder partiell zu wirken (s. 504). oder ihre Wirkung zu combiniren haben, zu dem Zwecke, die erste Phalanx in gerader Richtung zu beugen. Sie haben nämlich bald bei dem Impuls, der dem Körper nach vorn ertheilt wird, im ersten Zeitabschnitte des Ganges mitzuwirken (s. 503), bald dienen sie als Moderatoren des Extensor hallucis longus, der die erste Phalanx kräftig streckt.

Sehne des Extensor hallucis longus keine kurzen und starken Fasern, die sie [illegible] hemmen, vorhanden sind, wie man solche an den Sehnen des Extensor [illegible]is beobachtet (s. 3, Fig. 94). 4, schwache Supplementaersehne zur [illegible]es Extensor hallucis longus, in einer fibrösen Aponeurose endigend, die der ersten Phalanx ansetzt und daselbst verliert.



572. Die Muskeln, die sich an die Sesambeine der grossen Zehe anheften, senden nicht jederseits eine aponeurotische Verlängerung ab, die sie mit der Sehne des Extensor longus hallucis in Verbindung setzt, wie man es bei den Muskeln der Eminentia thenar, die an den Sesambeinen des Daumens endigen, beobachtet (s. b Fig. 58 u. e Fig. 59). Jedoch sieht man, während sie auf mechanische Weise die erste Phalanx der grossen Zehe senken, dass sie die Streckung der zweiten Phalanx durch Dehnung des Extensor hallucis longus bewirken.

573. Winslow, Sabatier, Sömmering, Boyer und Bichat haben gelehrt, dass diese Muskeln und besonders der Adductor hallucis, während sie die grosse Zehe beugen, gleichzeitig den Fuss in seiner ganzen Länge krümmen und die grosse Zehe dem Calcaneus und umgekehrt nähern, mit anderen Worten, dass sie die Krümmung der Plantarwölbung verstärken können.

Die klinischen Thatsachen von Plattfuss in Folge von Lähmung des Peronaeus longus, wobei der Kranke nicht im Stande ist, durch energische Contraction der Muskeln, die sich an die Sesambeine der grossen Zehe befestigen, den Submetatarsalvorsprung zu senken, diese Thatsachen, sage ich, haben bewiesen, dass die Meinung der genannten Autoren begründet ist.

574. Man muss jetzt den Zweck oder Nutzen der fibrösen Ausbreitungen verstehen, kraft deren der Extensor digitorum communis longus und der Extensor hallucis longus am Fusse direct auf die ersten Phalangen der Zehen wirken. Da diese Muskeln und ganz besonders der Extensor digitorum communis dazu bestimmt sind, den Fuss gegen den Unterschenkel zu beugen (s. 440), so war es nützlich, wenn nicht nothwendig, dass ihre sehnige Anheftung an den ersten Phalangen geschah, weil während der Beugebewegung des Fusses durch diese Muskeln, diese Phalangen durch die Interossei, die Lumbricales und die Muskeln, die sich zu den Sesambeinen der grossen Zehe begeben, festgestellt werden müssen.

Ich brauche nicht zu beweisen, dass, wenn diese Muskeln direct nur auf die zweiten Zehenphalangen gewirkt hätten, ihre untere Anheftungsstelle nicht die genügende Solidität geboten hätte, um die Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel zu bewirken, und dass bei dieser Bewegung, die von energischen Muskelcontractionen ausgeführt wird, die zweiten Phalangen sich gegen die ersten umgekehrt hätten.

575. Da der Extensor digitorum communis und der Extensor hallucis longus, Muskeln, die, besonders der erstere, zur Haupt-

function haben den Fuss gegen den Unterschenkel zu beugen, sich unten an den Zehen inseriren, so war es sicher unmöglich eine ingeniösere Gesammtheit von Mitteln zu finden, um diesen Anheftungspunkt festzustellen. Aber war wirklich die Natur weise genug, da sie einen so beweglichen Anheftungspunkt wählte, wie die ersten Zehenphalangen?

Es sei mir gestattet, die schweren Unzuträglichkeiten der Phalangealanheftungen an einem Muskel nachzuweisen, dessen hauptsächliche Function darin besteht, bei der Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel mitzuwirken, ich meine den Extensor digitorum communis longus (Flexor pedis abductorius). Die gerade Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel wird ausgeführt von dem Tibialis anticus (Flexor adductorius) und dem Flexor digitorum communis longus (Flexor abductorius). Ihr synergisches Zusammenwirken ist für diese Bewegung unerlässlich. Die untere Anheftung des ersteren findet an einem festen Punkte statt, nämlich dem hinteren unteren Theile des ersten Mittelfussknochens, während die des zweiten an einem sehr beweglichen Punkte geschieht, nämlich an den ersten Phalangen der Zehen. Diese Anheftung des Extensor digitorum communis, eines Muskels, der bei einer der wichtigsten und häufigsten Bewegungen der Unterextremität nothwendiger Weise in Action ist, diese Anheftung, sage ich, die in ihrer Beweglichkeit eine Ursache der Schwäche für den Muskel ist, hat die synergische Mitwirkung der Interossei nothwendig gemacht, welche, sobald der Muskel sich zusammen mit dem Tibialis anticus contrahirt, um die Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel zu bewirken, die ersten Phalangen fest in ihrer Stellung erhalten.

Diese Complication, welche für die Function des Flexor abductorius pedis (Extensor digitorum communis longus) nothwendig ist, hätte vermieden werden können, wenn sich dieser Muskel an die Mittelfussknochen ansetzte, wie etwa der Peronaeus tertius, jenes unconstante Bündel, das einen Anhang des Extensor digitorum communis longus bildet und sich am letzten Mittelfussknochen ansetzt (s. C. Fig. 93). In Folge dieses festen Ansatzes würde die Kraft der Beugung, die von dem Muskel geübt wird, gewonnen haben und nicht der Abschwächung ausgesetzt worden sein, die durch die Zehenklaue in Folge von Atrophie der Interossei entsteht, zu deren Entwickelung sie überdies beiträgt.

Alles in allem ist der Phalangealansatz des Extensor digitorum communis longus, eines für die Cooperation der Beugebewegung des Fusses gegen den Unterschenkel nothwendigen Muskels, bei ge-

wissen Bildungen der Zehen eine Ursache der Schwäche für die Ausführung dieser Bewegung. — Vielleicht begreife ich eines Tages den Nutzen des Phalangealansatzes des Flexor abductorius; heut' seh' ich davon nur die Unzuträglichkeit.

576. Der Extensor hallucis longus ist ein Muskel, der ebenfalls zur Beugebewegung des Fusses gegen den Unterschenkel beiträgt; er ist dann ein Hülfsmuskel des Tibialis anticus. (s. 439). Die klinische Beobachtung hat aber die Gefahren kennen gelehrt, welchen diese Mithülfe die Gestalt der grossen Zehe und des Fusses anssetzt.

Er kann nämlich als Beuger des Fusses nicht wirken, ohne die erste Phalanx der grossen Zehe zu strecken; daraus resultirt, dass die synergische Contraction der Beugemuskeln der ersten Phalanx, welche die grosse Zehe fixiren, nothwendig wird, wenn der Muskel bei der Beugung des Fusses mitwirkt. In gleicher Weise hat die klinische Beobachtung die schweren Unzuträglichkeiten gezeigt, die der Phalangealansatz dieses Muskels haben kann, wenn er gezwungen ist, zu wirksam als Beuger des Fusses gegen den Unterschenkel einzutreten.

Wie man nämlich gesehen hat, wirkt, sobald der Tibialis anticus atrophisch oder abgeschwächt ist, bald der Extensor hallucis longus, sein schwacher Hülfsmuskel, bei der Bemühung, ihn zu ersetzen, in krankhaft gesteigerter Weise auf die erste Phalanx, die dann bald nach oben und hinten auf den Kopf des ersten Mittelfussknochens subluxirt wird (s. 452). Wenn andererseits ein Pes equinus zur Ausbildung kommt, so erzeugt die continuirliche Dehnung des Extensor hallucis longus die Klauenstellung der grossen Zehe mit Subluxation der ersten Phalanx und Verstärkung der Plantarwölbung (s. 456). Vielleicht wäre es besser gewesen, wenn dieser Muskel der Beugung des Fusses fremd geblieben wäre.

General-Uebersicht.

§. I. Bewegungen des Fusses gegen den Unterschenkel.

Sechs Muskeln sind speciell dazu bestimmt, den Fuss gegen den Unterschenkel zu bewegen: es sind der Triceps surae (Gemelli und Soleus), der Peronaeus longus, der Tibialis anticus, der Exten-

sor digitorum communis longus, der Extensor hallucis longus, Tibialis posticus und Peronaeus brevis.

Die beiden ersten bewirken die Streckung des Fusses, die drei folgenden seine Beugung und die beiden letzten seine Seitwärtsbewegung, unabhängig von der Beugung und Streckung.

Es gibt keinen Muskel, der direct die Streckung und Beugung des Fusses ausführt, d. h. ohne ihn dabei in Anziehung oder Abziehung zu führen und nach innen oder aussen umzukehren; diese directen Streck- oder Beugebewegungen können nur durch Muskelcombinationen erreicht werden. Demgemäss ist der Triceps surae der Extensor adductorius und der Peronaeus longus der Extensor abductorius des Fusses; aus ihrer combinirten Wirkung resultirt die gerade Streckung; der Tibialis anticus ist der Flexor adductorius, der Extensor hallucis longus ein Hülfsmuskel desselben und der Extensor digitorum longus der Flexor abductorius des Fusses, und durch ihre synergische Contraction beugen diese Muskeln den Fuss in gerader Richtung.

Es wäre rationell, die Benennung der den Fuss bewegenden Muskeln von der Function herzunehmen, zu der sie geschaffen worden sind; schon um die physiologische Studie, die den Gegenstand dieser Untersuchungen bildet, einfacher und klarer zu machen, wäre es passend eine solche Benennung zu adoptiren.

A. Streckung.

I. Der Triceps surae (Gemelli und Soleus) streckt den hinteren Abschnitt des Fusses und die äussere Hälfte des vorderen Abschnittes mit grosser Kraft; auf die innere Hälfte dieses letzteren übt er keine Wirkung.

Nachdem er die maximale Streckung des Fusses in der Articulatio tibio-tarsea bewirkt hat, ertheilt er ihm folgende gleichzeitige Bewegungen: 1) Eine Schaukelbewegung auf die Axe des Unterschenkels, in Folge deren die Fussspitze nach innen und die Hacke nach aussen geführt wird, 2) eine Rotationsbewegung um seine Längsaxe mit Senkung seines Aussenrandes und Erhebung des Innenrandes, woraus folgt, dass die Fusssohle nach innen sieht (s. S. 333. I. Triceps surae).

II. Die Wirkung der Gemelli als Beuger des Unterschenkels gegen den Oberschenkel ist sehr schwach im Vergleich zu ihrer Wirkung als Strecker des Fusses (s. 398). Zum Glück verhält es sich so, denn sie haben in dem Augenblicke zu functioniren, wo der Oberschenkel sich gegen den Unterschenkel streckt (s. 399).

Der Soleus hat ausserdem die Bestimmung, die Streckung des Fusses in dem besonderen Falle zu bewirken, wenn der Unterschenkel gegen den Oberschenkel gebeugt ist (s. 401).

Der Peronaeus longus senkt den inneren Theil des vorderen Fussabschnittes und höhlt die Plantarwölbung aus. Bei physiologischer Streckung des Fusses hält er nach Art eines Ligamentes den ersten Mittelfussknochen in dieser Stellung fest, während der Triceps surae mit Kraft den hinteren Fussabschnitt und den äusseren Theil des vorderen Abschnittes in der Articulatio tibio-tarsea streckt. Darauf ertheilt er dem Fusse eine doppelte Drehbewegung, kraft deren der letztere sich in die Abziehung begibt, während sein äusserer Rand sich erhebt (s. S. 333. II. Peronaeus longus).

III. Die Mitwirkung des Peronaeus longus, der die Abziehung des Fusses bewirkt, war für den Triceps surae (den Extensor adductorius) nothwendig zur geraden Streckung des Fusses (s. 406).

IV. Die vorstehenden Thatsachen, die aus der elektrophysiologischen Versuchsweise hervorgehen, finden ihre Bestätigung in der Contractur des Triceps surae, die den Pes varo-equinus erzeugt, oder des Peronaeus longus, die zur Entstehung einer Art von Pes cavo-valgus führt, der vor diesen Untersuchungen noch nicht beschrieben war (s. 408—410).

V. Hat der Triceps surae seine Wirkung verloren, so geschieht die Streckbewegung in der Articulatio tibio-tarsea nur mit sehr geringer Kraft, und noch dazu geht sie kaum über den rechten Winkel hinaus, trotz der energischen Contraction des Peronaeus longus und des Flexor digitorum communis longus (s. 414).

Diese klinische Thatsache beweist, dass der Triceps surae der einzige Muskel ist, der die Articulatio tibio-tarsea kraftvoll streckt.

VI. Die Individuen, die des Triceps surae beraubt sind, contrahiren den Peronaeus longus isolirt und in krankhaft gesteigerter Weise. Man sieht dann den Kopf des ersten Mittelfussknochens sich beträchtlich senken, die Plantarwölbung sich weiter aushöhlen und den Vorderfuss sich so gegen den Hinterfuss drehen, dass der Aussenrand des Fusses sich erhebt und die Fusssohle nach aussen sieht. Gleichzeitig begiebt sich der Fuss in die Abziehung und der Malleolus externus tritt stärker hervor (s. 414).

Diese pathologischen Bewegungen sind, wie man sieht, die genaue Wiederholung der Bewegungen, die durch die locale Faradisation des Peronaeus longus erzeugt werden.

VII. Bei den Individuen, deren Triceps surae atrophisch ist,

bleibt die Ferse gesenkt, d. h., der hintere Fussabschnitt bewahrt die Stellung, die er bei der Beugung des Fusses einnimmt; es bildet sich ein Pes talus; da aber dabei die Wirkung des Peronaeus longus in krankhaft gesteigerter Weise und continuirlich zur Wirkung kommt, so beugt sich der innere Theil des vorderen Fussabschnittes gegen seinen hinteren und begiebt sich etwas nach aussen; das führt zur Entstehung eines Hohlfusses mit Torsion nach aussen. (Talipes cavus durch den Peronaeus longus s. 417).

Man sieht also, wie nothwendig der Triceps surae für die normale Gestaltung des Fusses ist, und welche Deformität in Folge Wegfalles seiner tonischen Wirkung entsteht.

VIII. Wie die klinische Beobachtung erweist, kann der Soleus, wenn er der Mitwirkung der Gemelli beraubt ist, dem Fusse beim Gehen, Springen, Laufen nicht genügen (s. 413).

IX. Trotz Fehlens des Peronaeus longus geschieht die Streckung des hinteren Fussabschnittes und der äusseren Fusspartie mit grosser Kraft; aber die innere Partie des Fusses kann dann dieselbe Bewegung nicht kraftvoll ausführen, denn sie weicht bei der Streckung des Fusses dem geringsten auf sie wirkenden Widerstande. Ausserdem stellt sich der Fuss in die Anziehung, und seine Plantarfläche sieht nach innen; er nimmt die Varusstellung an. In dieser pathologischen Bewegung erkennt man die Eigenwirkung des Extensor adductorius (Triceps surae) wieder, die schon durch die elektrophysiologische Versuchsweise erwiesen war (s. oben I).

Da die Individuen, die des Peronaeus longus beraubt sind, den ersten Mittelfussknochen bei der Streckung des Fusses nicht fest gegen den Boden stemmen können, so contrahiren sie instinctiver Weise die Muskeln, die die grosse Zehe beugen; sie bringen es aber nur zu einer Beugung ihrer ersten Phalanx, unter welcher man dann sich eine Schwiele bilden sieht. Diese klinische Thatsache beweist, dass physiologischer Weise der Peronaeus der einzige Strecker (Senker) der inneren Partie des vorderen Fussabschnittes ist (s. 419).

X. Die Lähmung des Peronaeus longus hat immer einen Plattfuss zur Folge (s. 423).

Der Plattfuss ist zugleich ein varus, d. h., die Plantarfläche des vorderen Fussabschnittes sieht nach innen; seine äussere Partie berührt kaum den Boden; aber beim Stehen und Gehen wird er zum valgus, weil dabei seine äussere Partie allein sich gegen den Boden stemmt und er so gegen den Innenrand umgekehrt und nothwendigerweise in Abductionsstellung versetzt wird (s. 424). Das Verschwinden aller dieser Functionsstörungen durch Heilung einer

Lähmung des Peronaeus longus demonstrirt ebenfalls, welches die Einzelthätigkeit und die Verrichtungen dieses Muskels sind. (s. 427 u. 428).

Aus der Gesammtheit aller dieser Thatsachen geht die grosse Nützlichkeit dieses Muskels hervor.

B. Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel.

XI. Der Tibialis anticus bewirkt gleichzeitig die drei folgenden Bewegungen: Erhebung der Innenpartie des vorderen Fussabschnittes in entgegengesetzter Richtung zu der Bewegung, die ihm vom Peronaeus longus ertheilt wird, Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel und Anziehung des Fusses (s. S. 371 I. Tibialis anticus).

Die allgemeine Form des Fusses wird durch die Wirkung des Tibialis anticus verändert: seine Dorsalfläche kehrt sich nach aussen, und die Phalangen beugen sich gegen die Mittelfussknochen, besonders die der grossen Zehe (s. 438).

XII. Der Extensor communis digitorum longus beugt den Fuss gegen den Unterschenkel und bringt ihn in Abduction (s. S. 374, Extensor digitorum communis longus).

XIII. Aus der gleichzeitigen Contraction des Extensor communis digitorum longus und des Tibialis anticus entstehen, je nach dem verschiedenen Contractionsgrade des einen oder anderen Muskels, entweder die gerade Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel oder die Beugung in Abductionsstellung oder in Adductionsstellung oder Circumductionsbewegungen (s. 441).

XIV. Im zweiten Zeitabschnitte des Ganges geschieht die instinctive Beugung des Fusses gegen Unterschenkel in leichter Abductionsstellung. Der Nutzen dieser Bewegung besteht darin, dass die Beugung in Abductionsstellung, die — wie man später sehen wird (s. LIX) — aus den gleichzeitigen Bewegungen der Articulatio tibio-tarsea und calcaneo-astragalea resultirt, ausgedehnter ist, als die gerade Beugung, die einzig durch das Spiel der Articulatio tibio-tarsea bewirkt wird (s. 447).

XV. Der sogenannte Peronaeus tertius ist nur ein Anhang zum Extensor communis digitorum; obwohl er oft fehlt, besitzt der Extensor communis digitorum nichts desto weniger das Vermögen, die im Vorstehenden speciell beschriebenen Bewegungen auszuführen. (s. 443 u. 444.)

XVI. Der Extensor communis digitorum longus streckt zwar auch die Zehen, aber weit nützlicher ist er als Flexor abductorius

des Fusses, weil er der einzige Muskel ist, der die Wirkung des Flexor adductorius (Tibialis anticus) neutralisiren kann, um die Beugung in gerader oder in Abductionsrichtung zu bewirken, und weil auch ohne ihn der Pediaeus die Zehen kräftig strecken kann.

Wenn folglich dieser Muskel, der unpassender Weise Extensor digitorum communis longus genannt wird, seinen Namen von der Hauptfunction, zu der er dient, herleiten soll, so ist der Name Flexor abductorius pedis der allein für ihn geeignete (s. 445 u. 446).

XVII. In Folge von Lähmung oder Atrophie des Tibialis anticus können die Individuen weder die Beugung in Adductionsrichtung noch in gerader Richtung ausführen, trotz der Anstrengungen seines Hülfsmuskels, des Extensor hallucis longus, der schliesslich durch seine continuirliche Wirkung hypertrophirt; die Beugung geschieht dann nicht mehr ohne Abduction, so dass der Fuss immer stärker nach aussen gedreht bleibt, wie im Normalzustande (s. 451).

In diesen Fällen streift der Fuss beim Gehen gegen den Boden, weil die Kraft der instinctiven Beugung im zweiten Zeitabschnitte des Ganges ungenügend geworden ist (s. 455).

Endlich verleiht die Abnahme der tonischen Kraft der Beuger des Fusses seinen Streckern ein Uebergewicht, welches, da es unaufhörlich in der Muskelruhe wirkt, mit der Zeit die Equinusstellung zur Folge hat (s. 456).

Diese pathologischen Erscheinungen bestätigen nicht allein die physiologischen Thatsachen, die sich aus der elektromuskulären Versuchsweise ergeben, sondern erweisen auch die grosse Nützlichkeit des Tibialis anticus in Hinsicht der Beugung des Unterschenkels und der Fussstellung.

XVIII. Der Ausfall der Wirkung des Extensor digitorum communis longus verursacht analoge Veränderungen, wie die, die durch Lähmung des Tibialis anticus bedingt werden (s. im Vorstehenden XVII). jedoch mit dem Unterschiede, dass die Seitwärtsbewegungen des Fusses in entgegengesetzter Richtung stattfinden; man kann also in gleicher Weise daraus Schlussfolgerungen ziehen, die auf die Physiologie des Muskels anwendbar sind (s. 457).

XIX. Die continuirliche Beugestellung mit Adduction, die durch Contractur des Tibialis anticus bedingt ist, verursacht eine zunehmende Verschiebung der Sehne des Extensor digitorum communis, und dieselbe placirt sich schliesslich in der Gegend des Ligamentum annulare tarsi zur Seite der Sehne des Tibialis anticus;

die Folge davon ist, dass der Extensor communis digitorum ein Flexor adductorius pedis wird.

Aus dieser pathologischen Erscheinung geht hervor, dass die Abductionsbewegung, die der Extensor communis digitorum besitzt, oder vielmehr seine besondere Wirkung auf die Articulatio calcaneo-astragalea die Folge der Lage ziemlich weit aussen ist, in der die Sehnen sich in der Gegend ihres Durchtritts durch die Scheide des Ligamentum annulare tarsi und ihrer Umbiegungsstelle auf der Rückenfläche des Fusses befinden (s. 459).

XX. In den Fällen, wo durch irgend eine Krankheitsursache die Bewegung in der Articulatio tibio-tarsea abhanden gekommen ist, steigern sich, so zu sagen, in stellvertretender Weise krankhaft die Bewegungen in der Articulatio calcaneo-astragalea; der Kranke kann den Fuss noch beugen oder strecken. Diese Bewegung, deren Umfang am Aussenrande des Fusses viel bedeutender ist als an seinem Innenrande; kann nicht erhalten werden ohne Abduction des Fusses; anfangs ziemlich beschränkt, wird sie allmählich durch die progressive Deformation der Articulatio calcaneo-astragalea immer bedeutender.

Durch diese klinische Thatsache werden die physiologischen Bewegungen, die die Articulatio calcaneo-astragalea bei der Beugung ausführt, die schon durch die elektrophysiologische Versuchsweise in's Licht gestellt wurden (s, 467, 468) besser verständlich.

C. Abziehung und Anziehung.

XXI. Der Peronaeus brevis bringt den Fuss direct in die Abduction und bewirkt zugleich eine Drehung desselben von innen nach aussen um seine Längsaxe (Valgusbewegung); er erhebt den fünften Mittelfussknochen über das Niveau der anderen; endlich versetzt er den Fuss in eine Mittelstellung zwischen Beugung und Streckung.

Die Valgusbewegung, die der Peronaeus brevis dem Fusse ertheilt, ist ausgesprochener und energischer, wie die durch den Peronaeus longus bewirkte (s. S. 399 Peronaeus brevis).

XXII. Der Tibialis posticus führt den Fuss direct in die Adduction. Bei dieser Bewegung wird der Aussenrand des Fusses nach aussen convex und sein Innenrand nach innen concav. Der Kopf des Astragalus und das vordere Ende des Calcaneus machen einen Vorsprung auf dem Fussrücken. Der innere Theil des vorderen Fussabschnittes steht nur sehr wenig höher wie sein äusserer Theil, so dass seine Plantarfläche nur sehr wenig nach innen sieht, end-

lich versetzt er den Fuss in eine Mittelstellung zwischen Beugung und Streckung und widersetzt sich diesen Bewegungen, wenn auch nur mit geringer Kraft (s. S. 399, II Tibialis posticus).

XXIII. Elektromuskuläre Versuche, die vergleichsweise am Tibialis anticus und posticus angestellt werden, beweisen: 1) dass der zweite einen sehr ausgesprochenen Grad der Adduction des Fusses, und zwar mit grosser Kraft bewirkt und die Plantarfläche des Fusses nur sehr wenig nach innen richtet, 2) dass er sich der Erhebung des Innenrandes des Fusses durch den Tibialis anticus widersetzt, während dieser letztere uur eine geringe und schwache Adduction bewirkt und den Fussrücken stark nach aussen kehrt. (s. 474).

XXIV. Der Peronaeus brevis und Tibialis anticus sind die einzigen Muskeln, die die Seitwärtsbewegungen des Fusses unabhängig von seiner Beugung und Streckung bewirken können (s. 475).

XXV. Für die normale Gestaltung des Fusses ist ein vollkommenes Gleichgewicht zwischen der tonischen Kraft des Peronaeus brevis und der des Tibialis posticus nothwendig. Das tonische Uebergewicht des ersteren verleiht dem Fusse die Form des Valgus, die des zweiten die Form des Varus (s. 476). Der letztere ist nicht zu verwechseln mit der Gattung des Varus, die der Tibialis anticus erzeugt (s. 477).

§. II. Bewegungen der Zehen.

XXVI. Der Extensor communis digitorum longus wirkt auf dieselbe Weise wie der Fingerstrecker an der Hand, also hauptsächlich auf die ersten Phalangen, die er streckt, während im Maximum seiner Contraction die beiden letzten Phalangen gebeugt werden oder doch eine Tendenz haben, gebeugt zu werden in Folge der Dehnung, der die Beuger der Zehen dabei ausgesetzt sind. (s. 484).

XXVII. Der Pediaeus bewegt die ersten und die beiden letzten Phalangen in entgegengesetzter Richtung, also ebenso wie der Extensor communis digitorum longus.

XXVIII. Der Extensor hallucis longus streckt kräftig die erste Phalanx und nur schwach die zweite, die letztere wird dabei durch den tonischen Widerstand des Flexor longus hallucis gebeugt, sobald die erste Phalanx durch den Extensor hallucis longus bei maximaler Contraction desselben gegen den ersten Mittelfussknochen aufgerichtet wird (s. 485).

XXIX. Die Musculi flexor longus und flexor brevis communis digitorum und flexor longus hallucis beugen kräftig, der letztere die zweite Phalanx, die ersten die beiden letzten Phalangen; ihre Wirkung auf die ersten Phalangen ist vergleichsweise schwach (s. 488).

XXX. Ausser den Seitwärtsbewegungen der Adduction oder Abduction, die sie den Zehen ertheilen, bewegen die Interossei die Phalangen ebenso wie an der Hand in entgegengesetzter Richtung wie der Extensor communis, sie beugen nämlich die ersten Phalangen und strecken die letzten (s. 494 u. 495).

XXXI. Die Lumbricales am Fusse, der Abductor und Flexor brevis der kleinen Zehe bewirken die Beugung der ersten und Streckung der beiden letzten Phalangen ebenso wie die Interossei (s. 497—498).

XXXII. Die Muskeln oder Muskelbündel, welche am inneren Sesamknochen der grossen Zehe endigen (der Adductor und die innere Portion des Flexor brevis) und die am äusseren Sesambein endigenden Muskeln (der Abductor und die äussere Portion des Flexor brevis), bewirken eine kräftige Beugung der ersten Phalanx, sie bringen die einen nach innen, die andern nach aussen, und bewirken gleichzeitig die Streckung der zweiten Phalanx (s. 499—501).

XXXIII. Diese Bewegungen der ersten Phalanx der grossen Zehe nach seitwärts und unten waren für gewisse Verrichtungen des Fusses nothwendig (s. 503—505).

XXXIV. Die in den vorstehenden Sätzen ausgesprochenen Thatsachen, welche sich bei elektromuskulärer Versuchsweise ergeben, werden durch die klinische Beobachtung bestätigt.

Wenn nämlich der Extensor digitorum communis und der Extensor proprius der grossen Zehe gelähmt sind, so werden durch die überwiegende Wirkung der Interossei, Lumbricales und der zu den Sesambeinen der grossen Zehe gelangenden Muskeln die ersten Phalangen in Beugung und die letzten in Streckung gestellt (s. 506). Haben dagegen die Interossei, die Lumbricales, der Abductor und Flexor brevis der kleinen Zehe und endlich die zu den Sesambeinen der grossen Zehe gelangenden Muskeln ihre Wirkung eingebüsst, so biegen sich die ersten Phalangen gegen ihre Mittelfussknochen so stark zurück, dass sie sich bisweilen subluxiren, und die beiden letzten Phalangen werden eingeschlagen; die Zehen bilden mit einem Worte eine mehr oder weniger ausgesprochene Klaue (s. 507—509). Dieselbe Verunstaltung der Zehen tritt endlich ein, wenn die tonische Kraft der Extensoren der Zehen über die ihrer so eben an-

geführten Antagonisten den Sieg davon trägt, oder wenn ihre Wirkung beständig krankhaft gesteigert ist (s. 510—514).

XXXV, Alles in Allem bewirken die an der Fusssohle gelegenen Muskeln, mit Ausnahme des Pediaeus, des Flexor digitorum communis longus und brevis, gleichzeitig die Beugung der ersten und Streckung der beiden letzten Phalangen. Dies ist ihre Hauptfunction, besonders, wenn sich beim Gehen die Zehen und hauptsächlich die grosse Zehe kräftig senken, um dem Körper den letzten Antrieb nach vorn zu ertheilen, nachdem sich der Fuss von der Ferse bis zum vorderen Ende der Mittelfussknochen vom Boden losgelöst hat. Wenn nämlich die genannten Muskeln während der Senkung der ersten Phalangen nicht gleichzeitig die letzten Phalangen wieder gestreckt hätten, so dass die Kuppen derselben den Boden berühren, so würden diese letzten Phalangen von den Mm. flexor digitorum longus und flexor hallucis longus eingeschlagen worden sein und hätten sich mit ihrem Nagelende gegen den Boden gestemmt. In diesem Falle würde das Aufrechtgehen und selbst das Stehen schmerzhaft geworden sein, wie die klinische Beobachtung beweist (s. 515).

XXXVI. Ausser der besonderen Wirkung, die sie auf die Phalangen üben, ertheilen die Muskeln, die die Zehen bewegen, mit Ausnahme des Flexor hallucis longus, den Zehen eine Bewegung entweder nach aussen oder nach innen.

Der Pediaeus zieht sich nach aussen; diese seitliche Wirkung nimmt von der grossen Zehe bis zur vierten Zehe ab.

Die Mm. extensor communis digitorum und extensor hallucis longus strecken die ersten Phalangen in gerader Richtung gegen die Mittelfussknochen; wenn sich aber die Zehen durch den Pediaeus nach aussen abgelenkt befinden, so bringen sie sie zuerst gegen den Innenrand des Fusses zurück, um sie dann in gerader Richtung zu strecken (s. 486).

XXXVII. Der Flexor digitorum communis longus zieht die Zehen nach einwärts und ertheilt ihren ersten Phalangen eine Rotationsbewegung um ihre Längsaxe von aussen nach innen (s. 489).

Der accessorische Muskel jedoch corrigirt diese Beugung der Phalangen in schiefer Richtung und verwandelt sie durch seine synergisch mit dem Flexor digitorum communis longus geschehende Contraction in eine Beugung der Phalangen in gerader Richtung (s. 490). Er allein hat dieses Vermögen; dies ist seine einzige Function, er muss also wie ein Anhang des anderen Muskels betrachtet werden.

XXXVIII. Die Interossei pedis, welche vorn an der Innenseite

der Phalangen endigen, führen die Zehen nach einwärts; diejenigen, welche an ihrer Aussenseite endigen, ziehen sie nach auswärts. Aus dem Gesichtspunkt der Function wäre es also angemessen, sie in Interossei mit Adductionswirkung und in solche mit Abductionswirkung einzutheilen.

Der Flexor brevis und Abductor digiti minimi gehören in physiologischem Sinne zur Gattung der Interossei. Sie sind die nothwendigen Moderatoren des adductorischen Interosseus dieser Zehe, denn sie haben dieselbe Wirkung, wie er, als Beuger der ersten Phalanx und Strecker der beiden letzten.

Dasselbe kann man von den Muskeln sagen, die sich zu den Sesambeinen der grossen Zehe begeben; sie wirken auf dieselbe Weise wie die Interossei, da sie die grosse Zehe nach innen oder nach aussen ziehen, je nachdem sie an dem inneren oder äusseren Sesambein endigen, und da sie auf die Phalangen derselben, wie die Interossei, im entgegengesetzten Sinne wirken.

XXXIX. Alle diese Muskeln (die Interossei, der Flexor brevis und Abductor der kleinen Zehe und besonders der Adductor, Abductor und Flexor brevis der grossen Zehe), contrahiren sich gewöhnlich synergisch, um die Beugung der Zehen gegen die Mittelfussknochen in gerader Richtung zu bewirken, sowie um die Functionen zu erfüllen, zu denen sie beispielsweise beim Gehen, Springen u. s. w. bestimmt sind (s. 503).

Jedoch haben die zur Adduction oder Abduction der grossen Zehe dienenden Muskelbündel oft die Bestimmung, sie in schiefer Richtung nach unten und innen oder unten und aussen zu bewegen (s. 504).

XL. Der Abductor transversus ist eine Art lebendigen Ligamentes, das hauptsächlich dazu dient, zu verhindern, dass sich das vordere Ende des ersten Mittelfussknochens beim Stehen auf dem Fusse und beim Gehen zu weit nach innen entfernt (s. 504).

XLI. Weder der Flexor hallucis longus, noch der Adductor hallucis sind im Stande, das vordere Ende des ersten Mittelfussknochens unter dem Einflusse des Willens zu senken.

XLII. Endlich sind die Mm. flexor digitorum communis longus und flexor hallucis longus auf die Streckung des Fusses gegen den Unterschenkel ohne Wirkung.

§. III. Anatomische und historische Betrachtungen.

A. Streckung des Fusses.

a) Bewegungen der Articulatio tibio-tarsea und calcaneo-astragalea durch den Triceps surae.

XLIII. Die Gelenkbewegungen, die im Sprunggelenk unter der Einwirkung des triceps surae stattfinden, lassen sich in zwei Zeiten eintheilen, nämlich: eine erste Zeit für die Bewegung der Articulatio tibio-tarsea und eine zweite Zeit für die der Articulatio calcaneo-astragalea.

XLIV. In der ersten Zeit versetzt der Calcaneus durch seine Streckung den Astragalus in seiner Gelenkhöhle in Bewegung und führt zugleich mit sich das Würfelbein und die beiden letzten Mittelfussknochen in kräftige Streckung, als ob sie mit ihm zusammen nur einen einzigen Knochen bildeten. Dies erklärt sich daraus, dass er vermittelst des Ligamentum calcaneo-cuboïdeum inferius sehr fest und derartig mit ihnen verbunden ist, dass die erstgenannten Knochen sich nur in sehr beschränktem Umfange von unten nach oben bewegen können (s. 517).

Weil aber an der Plantarfläche kein Ligament vorhanden ist, welches verhindern könnte, dass während der Streckung des Hinterfusses der innere Theil des Vorderfusses in die Höhe steigt, wenn auf sie eine Kraft in entgegengesetzter Richtung, als der Streckung, wirkt, so geben der erste Mittelfussknochen, das erste Keilbein und das Kahnbein dem leichtesten Widerstande, den der Boden bietet, nach, trotz der kräftigen Streckung, die der Triceps surae an den anderen Theilen des Fusses bewirkt (s. 518).

XLV. Die fast absolute Unwirksamkeit des Triceps surae auf den inneren Theil des Vorderfusses war von den Anatomen bisher nicht erkannt worden (s. 519).

XLVI. Der zweite Zeitabschnitt dieser Gelenkbewegungen des Tarsus beginnt, wenn der Astragalus an den äussersten Grenzen seiner Streckbewegung angelangt ist. Da in diesem Augenblicke der in der Richtung von vorn nach hinten durchgelegte Durchmesser der Oberflächen der Articulatio calcaneo-astragalea schief von innen und hinten nach aussen und vorn gerichtet ist, so lässt die geringste auf die Achillessehne ausgeübte Zugwirkung den Calcaneus auf dem Astragalus gleiten. — Da nun aber diese gleitende Bewegung durch Einwirkung des Triceps surae nicht in gerader Richtung von hinten nach vorn stattfinden kann, weil die Ligamente, welche den Calcaneus mit dem Astragalus und dem Kahnbein ver-

binden, sich dem entgegenstellen, so bewegt sich der Calcaneus auf dem Astragalus ausschliesslich in der Richtung schief von hinten und innen nach vorn und aussen, welche die Facetten der Articulatio calcaneo-astragalea haben. Diese gleitende Bewegung des Calcaneus gegen den Astragalus hat eine doppelte Drehbewegung des Fusses, einmal um seine Längsaxe und dann um die Axe des Unterschenkels zur Folge; und aus dieser doppelten Bewegung des Calcaneus resultiren die Adduction des Fusses und die Umkehrung seiner Rückenfläche nach aussen (s. 523).

XLVII. Zuerst hat Delpech dem Triceps surae das Vermögen zugeschrieben, die Adduction gleichzeitig mit der Streckung des Fusses zu bewirken, hatte aber das Zustandekommen dieser Bewegung nicht richtig erklärt (s. 520 u. 521).

In unbestreitbarer Weise wurde dagegen die adductorische Wirkung des Triceps surae durch die elektrophysiologische Versuchsweise und die klinische Beobachtung dargethan.

b) Bewegungen der an der Innenseite des vorderen Fussabschnittes gelegenen Gelenke und der Articulatio calcaneo-astragalea durch den Peronaeus longus.

XLVIII. Die Senkung des Innenrandes des Fusses durch den Peronaeus longus ist das Ergebniss einer Reihe kleiner auf einander folgender Gelenkbewegungen; so senkt sich der erste Mittelfussknochen gegen das erste Keilbein, dieses gegen das Kahnbein und dieses letztere gegen den Astragalus. Dabei wird der Kopf des ersten Mittelfussknochens beim Erwachsenen mit wohlgebildetem Fusse durch die erste Gelenkbewegung ungefähr um 0,5 cm, durch die zweite um 1 cm gesenkt; die letzte Bewegung hat einen geringeren Umfang.

Bei stärkster Wirkung des Peronaeus longus findet sich der Kopf des ersten Mittelfussknochens auf eine tiefere Ebene gestellt, als der Kopf des zweiten Mittelfussknochens (s. 525 u. 526).

XLIX. Da die Bewegung des inneren Theiles der vorderen Fussabtheilung dabei schief nach unten und aussen geschieht, so führt der Kopf des ersten Mittelfussknochens gewissermassen eine Oppositionsbewegung aus und überdeckt um ein Geringes den Kopf des zweiten Mittelfussknochens.

Beim höchsten Grade der Contraction des Peronaeus longus werden ferner die drei Keilbeine an ihrer unteren Fläche gegeneinander gedrängt und so dem vorderen Fussabschnitte eine Torsions-

bewegung ertheilt, die sich allen Mittelfussknochen mittheilt und den Querdurchmesser des Vorderfusses verkleinert (s. 528).

Als Zusatz zu diesen Thatsachen kann man folgenden Satz formuliren: der Peronaeus longus bildet die Fusssohlenwölbung, der Ausfall seiner Wirkung muss den Plattfuss hervorbringen; das Uebermass seiner Wirkung hat nothwendiger Weise den Hohlfuss zur Folge.

L. Zuerst hatte Sabatier behauptet, dass der Peronaeus longus „den ersten Mittelfussknochen und mit ihm den ganzen Innenrand des Fusses nach abwärts führt". Obwohl seine Ansicht von Sömmering getheilt wurde, ist sie dennoch von den anderen Anatomen, die ihm gefolgt sind, bestritten oder mit Stillschweigen übergangen worden.

Die von Sabatier erkannte Thatsache, besonders aber die Wichtigkeit und der Nutzen derselben musste somit noch erst durch meine elektrophysiologischen und klinischen Untersuchungen bewiesen, besser studirt und vollständiger beschrieben werden (s. 529).

LI. Die Abductionsbewegung des Fusses und die Erhebung seiner äusseren Partie unter Einwirkung des Peronaeus longus sind die Folge der gleitenden Bewegung des Calcaneus gegen den Astragalus in umgekehrter Richtung, als sie unter dem Einflusse des Triceps surae geschieht.

Diese gleitende Bewegung wird durch das anatomische Verhalten der Oberflächen der Articulatio calcaneo-astragalea begünstigt; sie wäre aber nicht möglich ohne das Bestehen der tiefen dreieckigen Grube, in welche die auf der oberen Fläche des Calcaneus ausgehöhlte Furche mit ihrem äusseren Ende ausläuft. Während sich nämlich durch Contraction des Peronaeus longus der Astragalus gegen den Calcaneus bewegt, taucht die äussere Hälfte des vorderen Randes der hinteren Gelenkfacette des Astragalus in die erwähnte dreieckige Grube und drängt den entsprechenden Theil des Ligamentum interosseum nach vorn zurück (s. 530).

LII. Sabatier und Sömmering schoben die durch den Peronaeus longus bewirkte Abductionsbewegung auf eine Bewegung der Articulatio medio-tarsea von innen nach aussen; Herr Cruveilhier und die modernen Anatomen erklärten sie durch eine Rotationsbewegung des Calcaneus gegen den Astragalus. Nach meinen Untersuchungen muss ich den letzteren Recht geben (s. 531).

B. Beugung des Fusses.

a) Bewegungen in den Gelenken des inneren Theiles der vorderen Fussabtheilung, der Articulatio medio-tarsea, der Articulatio calcaneo-astragalea und tibio-tarsea durch den Tibialis anticus.

LIII. Der Tibialis anticus bringt folgende drei Bewegungen hervor: Erhebung des inneren Theiles der vorderen Fussabtheilung, Adduction des Fusses mit Drehung der hinteren Fussabtheilung nach einwärts, endlich Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel.

LIV. Die Erhebung des Innenrandes der vorderen Fussabtheilung durch den Tibialis anticus kommt durch eine Aufeinanderfolge kleiner Gelenkbewegungen zu Stande, nämlich: eine Bewegung des ersten Mittelfussknochens gegen das erste Keilbein, dieses gegen das Kahnbein und dieses letzteren gegen den Astragalus. Diese Bewegungen geschehen in entgegengesetzter Richtung wie bei der Wirkung des Peronaeus longus (s. 533).

LV. Die Anatomen haben diese Wirkung des Tibialis anticus auf den Innenrand des vorderen Fussabschnittes im entgegengesetzten Sinne zum Peronaeus longus nicht erkannt, mit Ausnahme Sömmerings, der sie in summarischer Weise angegeben hat (s. 533).

LVI. Die Adduction des Fusses durch den Tibialis anticus resultirt aus der Rotationsbewegung des Calcaneus gegen den Astragalus in umgekehrter Richtung zu der von dem Peronaeus longus bewirkten.

Bekanntlich kann aber diese Rotationsbewegung des Calcaneus um seine Längsaxe nicht statthaben, ohne ihn gleichzeitig gegen die Axe des Unterschenkels balanciren zu lassen, und aus dieser doppelten Bewegung erst ergibt sich die Adduction des Fusses mit Rotation der hinteren Fussabtheilung um die Längsaxe des Fusses nach innen durch den Tibialis anticus (s. 537).

LVII. Der Tibialis anticus zeigt nur eine Tendenz, die Articulatio medio-tarsea von aussen nach innen zu bewegen; diese Gelenkbewegung erscheint nur unter gewissen Umständen (s. 535 und 536).

LVIII. Durch den Tibialis anticus geschieht eine kräftige Beugung des Fusses in der Articulatio tibio-tarsea (s. 538).

b) Bewegungen der Articulationes calcaneo-astragalea, tibio-tarsea und medio-tarsea durch den Extensor digitorum communis longus.

LIX. Die Beugung des Fusses durch den Extensor digitorum

communis longus ist das Erzeugniss einer doppelten Gelenkbewegung, die gleichzeitig in der Articulatio tibio-astragalea und calcaneo-astragalea stattfindet (s. 541 u. 542).

Beim Erwachsenen beträgt die Erhebung des vorderen Fussendes, die sich aus der Bewegung der Articulatio calcaneo-astragalea ergibt, im Mittel 4,5 cm am Ende seines äusseren Randes und 1,5 cm an seinem inneren Rande; der Calcaneus senkt sich dabei um 0,5 cm (s. 543).

LX. Der Mechanismus der Bewegung zwischen dem Calcaneus und Astragalus unter Einwirkung des Extensor digitorum communis longus ist der gleiche wie der, welcher bei Gelegenheit des Peronaeus longus beschrieben wurde; nichts desto weniger bewegt sich das Gelenk im ersteren Falle mehr als in dem zweiten, derart, dass die schief von innen und hinten nach aussen und vorn gerichtete Trochleabewegung, die diesem Gelenke eigenthümlich ist und gleichzeitig die leichte Erhebung des Fusses und seine Abduction zur Folge hat, weit ausgesprochener bei der Einwirkung des Extensor digitorum communis longus ist (s. 544).

Wegen der Lage der Scheide, (weiter nach aussen), in der der Muskel durch das Ligamentum annulare tarsi hindurchpassirt, wirkt er auf die Articulatio calcaneo-astragalea mehr, als auf die Articulatio tibio-tarsea (s. 546). Sobald aber die Articulatio calcaneo-astragalea unbeweglich geworden ist, beugt er auch die Articulatio tibio-tarsea mit grösserer Kraft (s. 547).

Die beiden äusseren Bündel endlich des Extensor digitorum communis wirken auf die Articulatio calcaneo-astragalea genau so wie der Peronaeus brevis, was mit zum Beweise dient, dass der letztere nur einen Anhang zum Extensor communis vorstellt (s. 548).

LXI. Der Extensor digitorum communis longus bewegt die vordere Fussabtheilung in ihrer Articulatio medio-tarsea von unten und innen nach oben und aussen. Er dient dieser Gelenkverbindung gewissermassen zu einem lebenden Ligamente.

LXII. Winslow und nach ihm die Mehrzahl der Anatomen haben gelehrt, dass der Extensor digitorum communis zur Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel nur bei den grossen Anstrengungen mitwirkte. Noch keiner aber unter ihnen hatte erkannt, dass der Muskel die Abduction des Fusses und die Umkehrung desselben nach aussen bewirkt, dass er ferner zur Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel als Flexor abductorius nothwendig ist, um die Beugung desselben in gerader Richtung zu bewirken

und die adductorische Wirkung des Tibialis anticus zu neutralisiren, oder um seine Beugung in Abductionsstellung herbeizuführen (s. 545).

C. Seitwärtsbewegungen des Fusses.

a) Bewegungen der Articulationes medio-tarsea, calcaneo-astragalea, tibio-tarsea und des fünften Mittelfussknochens mit dem Würfelbein durch Einwirkung des Peronaeus brevis.

LXIII. Der Peronaeus brevis wirkt auf die Articulatio mediotarsea, indem er das Kahnbein und Würfelbein, welche den vorderen Fussabschnitt bei ihrer Bewegung mit sich führen, gegen den Astragalus und Calcaneus gerade von innen nach aussen gleiten lässt (s. 550).

LXIV. Auf die Articulatio calcaneo-astragalea wirkt er so, dass er den Fuss nach aussen umkehrt und ihn im gleichen Sinne um die Axe des Unterschenkels balanciren lässt (s. 551).

LXV. Der Muskel bewegt die Articulatio tibio-tarsea nur schwach und stellt den Fuss dabei in eine Mittelstellung zwischen Beugung und Streckung, während er sich der weiteren Beugung und Streckung widersetzt.

Er erhebt endlich den fünften Mittelfussknochen in gerader Richtung gegen das Würfelbein (s. 552).

LXVI. Von den Autoren sind über die Wirkung des Muskels widersprechende Meinungen geäussert worden; die meisten haben seine Wirkung mit der des Peronaeus longus verwechselt (s. 553).

b) Bewegungen der Articulationes medio-tarsea und tibio-tarsea unter Einwirkung des Tibialis posticus.

LXVII. Der Tibialis posticus ertheilt dem Kahnbein eine Bewegung von schiefer Richtung, die stark nach einwärts und etwas nach unten geht, und zieht das Würfelbein und den ganzen vorderen Fussabschnitt in derselben Richtung mit sich.

Bei dieser Adductionsbewegung lassen das Kahnbein und Würfelbein ungefähr das äussere Drittel des Astragalus und Calcaneus entblösst (s. 554).

LXVIII. Der Tibialis posticus ertheilt der vorderen Fussabtheilung in der Articulatio medio-tarsea eine viel umfänglichere Bewegung von aussen nach innen, wie die ist, die der Tibialis anticus hervorbringt (s. 545). Bei seiner Wirkung sieht die Plantar-

fläche des Fusses nicht so sehr nach einwärts, wie bei der des Tibialis anticus (s. 556).

LXIX. Der Muskel wirkt auf die Articulatio tibio-tarsea wie der Peronaeus brevis (s. 557).

Von den Autoren war die kräftige Adductionswirkung, die der Tibialis posticus auf die Articulatio medio-tarsea übt, richtig beschrieben worden, aber die einen (Columbus u. Sabatier) behaupteten, dass der Muskel weder eine Streckung noch eine Beugung des Fusses bewirkte, die Anderen dagegen, dass er gleichzeitig Strecker und Adductor des Fusses wäre.

Meine Untersuchungen haben die Ansicht von Columbus und Sabatier zum Siege geführt (s. 558).

D. Bewegungen der Zehen.

LXX. Bis auf diesen Tag haben die Anatomen gelehrt, dass der Extensor digitorum communis longus, der Extensor hallucis longus und der Pediaeus alle drei Phalangen zusammen strecken, die beiden letzten Phalangen eher als die ersten. Aus der elektrischen Versuchsweise und noch mehr der klinischen Beobachtung hat sich dagegen ergeben, dass die genannten Muskeln hauptsächlich und mit grösserer Kraft auf die ersten Phalangen wirken (s. 559).

Meine Leichenversuche haben diese Thatsachen bestätigt (s. 560).

LXXI. Das Zustandekommen der besonderen Wirkung der genannten Muskeln auf die ersten Phalangen und die Ursache ihrer schwachen Wirkung auf die letzten Phalangen finden ihre vollkommene Erklärung in kurzen, ziemlich starken, fibrösen Bändern, welche die Sehnen des Extensor digitorum communis und des Pediaeus an den ersten Phalangen befestigen (s. 561 und 5, Fig. 93 und 3 Fig. 94), und in langen und dünneren fibrösen Ausbreitungen, die von den Rändern der Sehne des Extensor hallucis longus entspringen und sich an beiden Seiten der ersten Phalanx der grossen Zehe befestigen (s. Fig. 95 u. Fig. 96).

LXXII. Sabatier war der erste, der den Sehnen der Interossei und Lumbricales des Fusses dasselbe anatomische Verhalten zuschrieb, wie den Interosseis und Lumbricales der Hand, ein anatomisches Verhalten, Kraft dessen diese Muskeln, wie er sagt, Beuger der ersten und Strecker der letzten Phalangen sind.

Auch Sömmering und Boyer lehrten dasselbe anatomische Verhalten, räumten aber den Muskeln keine Wirkung auf die Streckung der beiden letzten Phalangen ein (s. 562).

LXXIII. Schon die Senkung der ersten Phalangen der Zehen reicht hin, um eine Streckung der beiden letzten Phalangen herbeizuführen. Wie meine Leichenexperimente beweisen, kommt dabei die Streckung der beiden letzten Phalangen durch die Verlängerung zu Stande, die der Extensor digitorum communis longus und der Pediaeus erfahren (s. 563).

LXXIV. Nach Cruveilhier habe ich constatirt, dass sich nur die Lumbricales deutlich in die seitlichen Bändchen fortsetzen. Indem ich an diesen Muskeln zog, konnte ich die ersten Phalangen senken und die beiden letzten strecken.

Dieselbe Streckung der beiden letzten Phalangen habe ich nicht bewirken können, wenn ich an den Interosseis zog; dann wurden nur die ersten Phalangen gebeugt und schief nach aussen oder innen geführt (s. 564).

LXXV. Wenn auch die Streckung durch die Interossei und Lumbricales nur eine geringe Kraft besitzt, so genügt sie doch für die Verrichtungen dieser Muskeln, weil sie nur die Bestimmung hat, zu bewirken, dass die Pulpa der Zehenenden sich beim Stehen und Gehen gegen den Boden stemmt (s. 565).

LXXVI. Die Autoren betrachteten bisher nur die Anheftung der Sehne des Extensor hallucis longus an den hinteren oberen Theil der zweiten Phalanx und gaben an, dass der Muskel ein kräftiger Strecker beider Phalangen der grossen Zehe wäre (s. 567).

In Bestätigung der Thatsachen, die aus meinen elektrophysiologischen Versuchen und klinischen Beobachtungen hervorgehen, beweisen meine Leichenexperimente, dass der Muskel nur auf die erste Phalanx kräftig wirkt, und dass die von ihm auf die zweite Phalanx geübte Streckwirkung zu schwach ist, um den Widerstand seines Antagonisten (des Flexor hallucis longus) zu besiegen, dessen Zugwirkung die zweite Phalanx in Beugung stellt (s. 568).

Die anatomische Einrichtung, deren Nutzen man bisher nicht verstanden hat, welche die erwähnte Wirkung des Extensor hallucis longus erklärt, besteht in Folgendem. Eine aponeurotische Ausbreitung entspringt von den beiden Seiten der Sehne des Extensor hallucis longus in der Gegend der ersten Phalanx und beschränkt dadurch, dass sie sich an den Seiten derselben befestigt, die Wirkung des Muskels auf die erste Phalanx (s. 569).

LXXVII. Ueber die Bewegungen, die der grossen Zehe durch die an ihren Sesambeinen endigenden Muskeln oder Muskelbündel ertheilt werden, herrscht unter den Anatomen eine grosse Verschiedenheit der Meinungen.

Nach den Einen beugen sie kräftig die grosse Zehe und bewegen sie nur unter besonderen Umständen seitlich; nach den Anderen beugen sie sie im Gegentheil nur wenig und dienen vielmehr dazu, die grosse Zehe den anderen Zehen zu nähern oder von ihnen zu entfernen (s. 571).

Wie die elektrophysiologische Versuchsweise dargethan hat, wird die grosse Zehe von ihrem Adductor kräftig nach unten und innen, von ihrem Abductor kräftig nach unten und aussen bewegt, wenn sich die beiden Muskeln isolirt contrahiren, und sie wird in gerader Richtung gesenkt durch ihre gleichzeitige Contraction (s. 501 u. 502).

Mit den Umständen, unter denen sie sich einzeln oder zusammen contrahiren, habe ich den Leser bekannt gemacht (s. 503—505).

Ferner habe ich gezeigt, dass die genannten Muskeln, wenn sie die erste Phalanx der grossen Zehe senken, zugleich die Streckung der zweiten Phalanx dadurch bewirken, dass sie den Extensor hallucis longus verlängern (s. 500 u. 572).

LXXVIII. Diese Streckung der zweiten Phalanx der grossen Zehe wird nur indirekt durch die Muskelbündel bewirkt, die an den Sesambeinen der grossen Zehe endigen. Um sie zu bewirken, ist nicht, wie an der Hand (s. e. Fig. 59), eine fibröse Ausbreitung vorhanden, die von den genannten Muskeln zur Sehne des Extensor hallucis longus geht. Sie kommt einzig durch die Verlängerung dieses letzteren Muskels zu Stande, während die Senkung der ersten Phalanx durch den Adductor und Abductor der grossen Zehe geschieht (s. 572).

LXXIX. Die Ansicht der Autoren, welche angaben, dass die genannten Muskeln dazu beitragen, die Wölbung der Fusssohle zu verstärken, wird durch die klinische Beobachtung widerlegt (s. 573).

LXXX. Die Anheftung des Extensor digitorum communis longus, eines Muskels, dessen Mitwirkung zur Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel in gerader Richtung nothwendig ist, an die Zehenphalangen, ist ein Anlass der Schwäche bei der Vollführung dieser Bewegung und verursacht unter gewissen Umständen eine Verunstaltung der Zehen.

Es wäre vielleicht besser gewesen, wenn seine Sehnen am vorderen Ende der Mittelfussknochen ihr Ende gefunden hätten (s. 575).

Dritter Theil.

Bewegungen der Respiration (des Brustkorbes) und der Kopfwirbelsäule.

Erstes Capitel.

Einzelwirkung und Verrichtungen der Muskeln, die die Athmung bewerkstelligen.

In den zwei ersten Artikeln bespreche ich die elektrophysiologische Untersuchung und die pathologische Physiologie der wesentlich zur Inspiration dienenden Muskeln (des Zwerchfells und der Intercostales), in einem dritten die der Hilfsmuskeln der Inspiration (der Scaleni, der Sterno-cleido-mastoidei, der Serrati antici magni, der Trapezii u. s. w.) Die Expirationsmuskeln (hauptsächlich die des Abdomens) werden den Gegenstand eines vierten Artikels bilden.

Erster Artikel.

Diaphragma.

Seit den ältesten Zeiten wird das Diaphragma als der Hauptrespirationsmuskel betrachtet. Nicht dieselbe Uebereinstimmung herrscht unter den Physiologen, wenn es sich darum handelt, die Wirkung desselben auf die Rippen, an denen es sich inserirt, genau zu bestimmen. Verengert das Zwerchfell die Basis des Brustkorbes bei seiner isolirten Contraction, indem es die unteren Rippen von aussen nach innen zieht? Oder vergrössert es im Gegentheil den queren und sagittalen Durchmesser des unteren Theils dieser Höhlung, indem es die Zwerchfellrippen nach oben und aussen führt? Bestehen Unterschiede zwischen der physiologischen Wirkung und der eigentlichen Wirkung des Muskels, oder, mit anderen Worten, wirkt er auf den Thorax in derselben Weise, wenn er seine natürlichen Beziehungen mit den Baucheingeweiden verloren, oder, wenn er sie bewahrt hat? Endlich, welches ist der Mechanismus der Diaphragmawirkung auf die Thoraxwände?

Auf diese so wichtigen und immer noch streitigen physiologischen

Fragen haben die elektro-physiologischen Versuche, die ich an Menschen und Thieren gemacht habe, ein neues Licht geworfen. Ich unterwarf sie ausserdem der Controle der klinischen Beobachtung. Die Schlussfolgerungen, die daraus zu ziehen sind, erlangen ein grosses practisches Interesse, weil sie uns über das Zustandekommen von zwei schweren Affectionen Aufschluss geben: der Lähmung des Zwerchfells und der Contractur desselben. Vor meinen Untersuchungen war die erstere nur ungenügend beschrieben worden, die zweite noch gänzlich unbekannt.

§ I. Historischer Rückblick.

577. Die Anatomen des Alterthums kannten nur einen einzigen Respirationsmuskel; sie schrieben ihm demzufolge das Vermögen zu, die Rippen zu erheben und nach aussen zu führen oder diese Bewegung zu begünstigen.

Galen wurde jedoch durch seine zahlreichen geistvollen Vivisectionen dazu geführt, das Vorhandensein anderer Respirationsmuskeln noch ausser dem Diaphragma zuzugestehen, die er aussergewöhnliche Respirationsmuskeln nannte, und die Wirkung des Diaphragma auf die unteren Rippen zu beschränken; dieselben sollten nach diesem Könige der Anatomen von dem Muskel nach oben nnd aussen geführt werden („sursum et leviter deorsum"). *)

Es ist hier nicht der Ort, die merkwürdigen Experimente zu berichten, vermittelst deren Galen dazu kam, das Bestehen noch anderer Respirationsmuskeln als des Diaphragma zu erweisen, und den Antheil zu bestimmen, der jedem von ihnen bei dem Akte der Athmung zukommt. Ich beschränke mich darauf, an den Versuch zu erinnern, der sich auf die respiratorischen Functionen des Diaphragma bezieht.

578. Um die isolirte Contraction des Diaphragma zu erhalten, lähmte Galen bei einem lebenden Thiere alle anderen Inspirationsmuskeln durch Unterbindung der Nervi intercostales und der Nerven der Serrati, Pectorales u. s. w. oder durch Durchschneidung letzterer Mus-

---

*) Die Stelle, in der Galen diese Wirkung des Zwerchfells beschreibt, lautet nach der französischen Uebersetzung der Administrationes anatomicae von Daleschamp wie folgt: „Aber jede Bewegung derselben (der Brust) wird im unteren Theile offenbar durch das Zwerchfell bewirkt, welches durch seine abwechselnde Anspannung und Erschlaffung das ihm benachbarte Brustende erweitert und verengt. Vermittelst des sich entgegenwölbenden Magens zieht das Zwerchfell auch sein Centrum nach abwärts: die falschen Rippen aber in entgegengesetzter Richtung und leicht nach vorn." (cap. XXII lib. VIII p. 192.)

keln.*) Nachdem er sich so versichert hatte, dass kein anderer Muskel als das Diaphragma sich bei der Inspiration contrahiren konnte, constatirte er die Bewegungen der Ausdehnung der Thoraxwände, die sich, wie ich gesagt habe, auf den unteren Theil des Thorax beschränkten.

Dieses schöne Experiment Galen's scheint von der Mehrzahl der Physiologen vergessen oder nicht gekannt worden zu sein, denn sie thun seiner nicht Erwähnung. Sie haben im Gegentheil, wie man bald sehen wird, eine Erscheinung wieder in Frage gestellt, die durch dasselbe so gut erwiesen schien, nämlich die Vergrösserung der Basis des Thorax unter Einwirkung der isolirten Zwerchfellcontraction.

579. Noch im 16. Jahrhundert herrschte die Ansicht Galen's über die Wirkung des Diaphragma als Inspirationsmuskel in der Wissenschaft, denn Vesal, der sich keine Gelegenheit entgehen liess, die bis dahin geachtete Autorität dieses Meisters anzugreifen, gab die von dem grossen Anatomen entdeckte physiologische Thatsache zu. Vesal sagte nämlich: „Es (das Septum transversum) entfernt die unteren Rippen, die sechste und siebente von den Knorpeln, an denen es sich ebenfalls inserirt, und aus diesem Grunde wesentlich erweitert es und vermehrt es die Capacität des Thorax." (Lib. II. Cap. XXXV.)

580. Da er aber den Mechanismus dieser Bewegung der Rippen

*) Galen geht in minutiöse und interessante Details ein über die Art und Weise, diese Operationen auszuführen, die er angiebt, in einer grossen Zahl von Fällen in Gegenwart seiner Schüler gemacht zu haben (Admin. anatom. lib. 8 cap. III—VIII). So stellt er z. B. folgende Vorschriften für die Durchschneidung oder Unterbindung der Nervi intercostales auf, die den Umfang seiner anatomischen Kenntnisse zeigen:

„Man sucht den Nervus intercostalis an den Seitentheilen der Wirbelsäule; wenn man ihn blossgelegt hat, schiebt man einen kleinen Haken darunter von ähnlicher Beschaffenheit, wie der ist, der zur Operation der Varicen dient; dieser Haken darf nicht zu stumpf sein, um leicht unter den Nerv zu dringen, noch zu spitz, um nicht die umgebenden Theile zu verletzen. Nachdem man den Nerv leicht angespannt hat, ersetzt man den Haken durch das gewöhnliche Spatel, das ihn im Bereich der Wundränder erhält; dann führt man eine Nadel mit leinenem Faden unter und knüpft den Knoten so nah wie möglich am Rückenmark. Wenn man diese Versuche öffentlich wiederholt, so macht man den Knoten nicht vorher, sondern hat eine gewisse Zahl von Gehülfen, die bei einem gegebenen Zeichen mit einem Male alle Nerven zuschnüren; das Thier, das vorher schrie, wird augenblicklich stumm, darauf schreit es von neuem, wenn man mit der Anschnürung nachlässt, und die Zuschauer gerathen über diesen raschen Wechsel in Erstaunen." (Nach der Uebersetzung von Daremberg.)

erklären will, fügt er hinzu, dass das Diaphragma bei seiner Contraction während der Inspiration in die Thoraxhöhle aufsteigt und folglich die Rippen, an denen es sich inserirt, nach aussen und oben zieht.

Man möge nicht glauben, dass ein so hervorragender Anatom, wie Vesal, aus Unaufmerksamkeit oder mangelnder Beobachtung derartige Irrthümer über die dem Diaphragma zukommenden Bewegungen ausgesprochen habe; denn in demselben Capitel sagt er, dass er zahlreiche Vivisectionen zu dem Zwecke gemacht habe, die Wirklichkeit dieser Erscheinungen zu demonstriren. „Ich weiss wohl", sagt er, „dass einige grosse Anatomen dieses Jahrhunderts, die meinen Versuchen beiwohnten, behaupten, dass die dem Diaphragma zukommende Bewegung nach unten geht; ich habe ihnen das Gegentheil beweisen müssen". Um über seine Ueberzeugung in dieser Hinsicht keinen Zweifel zu lassen, fügt er etwas weiter unten hinzu: „Die hebende und erweiternde Wirkung des Diaphragma, während der Thorax anschwillt und an Umfang zunimmt, ist bei den Vivisectionen so augenscheinlich, dass der Muskel sogar die Leber und den Magen mit sich in die Thoraxhöhle zieht und in die Höhe hebt". *)

Aus dem Voranstehenden geht hervor, dass sich Vesal, obgleich er ebenso wie Galen die Erweiterung der unteren Rippen durch Wirkung des Diaphragma gekannt hat, über den Mechanismus dieser Bewegungen vollständig im Irrthum befunden hat, da er behauptete, dass der Muskel bei seiner Contraction in die Höhe steigt.

581. Trotz der Autorität seines Namens gelang es indessen Vesal nicht, seinen Vorstellungen über die Functionen des Diaphragma zum Siege zu verhelfen. Columbus nämlich, einer seiner berühmtesten Schüler lehrte im Gegensatz zu der Auffassung seines Lehrers, dass sich das Zwerchfell bei der Inspiration senke, dabei aber in Erschlaffung befinde, so dass es bei seiner Erhebung in Folge seiner Contraction die unteren Rippen nach innen ziehe und bei seiner Senkung in Folge seiner Erschlaffung ihnen gestatte, sich während der Inspiration nach aussen zu begeben. **)

Dieselben widersprechenden Ansichten, dieselben Irrthümer über die dem Zwerchfell zukommende Wirkung findet man bei allen Autoren dieses Zeitraums und des folgenden Jahrhunderts. Es ist richtig, dass Jean Riolan gesagt hat, das Zwerchfell contrahirt

*) l. c.

**) Columbus, De re anatomica, lib. V. cap. 20, S. 257 Frankfurter Ausgabe 1593 in 8°.

sich und senkt sich bei der Inspiration und verengt gleichzeitig die Basis der Brust; aber dies ist nur eine Behauptung ohne Beweise, die nicht das Verdienst hat, sich auf angestellte Versuche zu stützen, wie bei den vorhergehenden Anatomen.

582. Man muss bis auf Borelli gehen, der weniger Anatom als Mechaniker war, um die Demonstration der wirklich dem Zwerchfell zukommenden Bewegung und der Zunahme des senkrechten Durchmessers der Brust durch Contraction dieses Muskels während der Inspiration zu finden. Nachdem er aber nachgewiesen hat, dass auf Grund seiner Structur und seiner Anheftungspunkte das Diaphragma nothwendiger Weise die Basis des Thorax verengern muss, leugnet Borelli absolut, dass durch diesen Muskel die Respiration ohne Mitwirkung der Intercostales geschehen könne.*)

Winslow,**) Haller***) und nach ihnen die ganze moderne physiologische Schule haben dieselbe Lehre, dieselbe Theorie über die Zwerchfellathmung gelehrt, wie Borelli.†)

583. Wie man sieht, waren die Vorstellungen Galens über die hebende Wirkung des Diaphragma auf die Rippen, an denen es

*) „Attamen nego spontaneam inspirationem fieri absque auxilio et actione musculorum intercostalium, nam in nobis ipsis et in dormientibus oculis et digitis observamus costas dilatari et sternum elevari versus jugulum. Talis autem motus thoracis a contractione fibrarum diaphragmatis fieri non potest, quia cum contrahuntur peremeter ejusdem diaphragmatis minuitur et trahitur versus centrum; et proinde costan mendosae appendices verarum et sternum trahuntur a diaphragmate deorsum: Ergo tantum abest, ut elevationem costarum producant, quod eam impediant et stringant perimetrum thoracis; et ideo inspiratio fieri non potest. Igitur ad quamlibet inspirationem efficiendam necessario diaphragma, una cum intercostalibus, communi actione concurrere debent.“ (Alphonsi Borelli De motu animalium pars secunda. Propositio LXXXIV.)

**) Sur les mouvements de la respiration. Mittheilung an die Akademie der Wissenschaften im Jahre 1753.

***) Elementa physiolog. III. Bd. 8. Buch Seite 85. In einer Note auf derselben Seite sagt Haller: „Habet etiam Vesalius et ipse Galenus.“ — Das Geschichtliche, was ich mitgetheilt habe, beweist, dass auch Haller, Galen und Vesal absolut entgegengesetzte Vorstellungen unterschob, als die sind, welche die genannten Anatomen über das Diaphragma gelehrt haben. Die wissenschaftliche Ehrlichkeit Hallers steht zu fest, als dass man hier seinen guten Glauben beschuldigen könnte. Die Schuld derartiger in seinen Schriften nur zu häufiger Irrthümer fällt auf diejenigen, von denen er sich bei seinen Untersuchungen helfen liess, und die die Autoren so wenig treu auslegten.

†) Nur Sabatier und Boyer liessen an Stelle der Intercostales die Serrati postici superiores und inferiores bei der Zwerchfellathmung als Rippenheber eine Rolle spielen.

sich inserirt, seit mehreren Jahrhunderten verlassen und selbst vergessen worden, als im Jahre 1833 Magendie*) ankündigte, dass man zu den als Rippenheber bekannten Muskeln noch einen hinzufügen müsste, dem man, wie er sagte, diese Verrichtung noch nicht zugeschrieben hatte: das Zwerchfell. Er erklärt das Zustandekommen dieser Bewegung in folgender Weise: „Wenn das Zwerchfell sich contrahirt, so drängt es die Eingeweide nach unten zurück; damit dies aber geschieht, müssen das Brustbein und die Rippen der Anstrengung, die es macht, sie nach oben zu ziehen, einen genügenden Widerstand bieten. Der Widerstand kann nun aber nur ein unvollkommener sein, weil alle diese Theile beweglich sind; aus diesem Grunde muss das Diaphragma jedes Mal, wenn es sich contrahirt, immer mehr oder weniger den Thorax erheben. Im Allgemeinen wird der Umfang der Erhebung in geradem Verhältniss zum Widerstande der Baucheingeweide und zur Beweglichkeit der Rippen stehen.“ **) Unglücklicherweise fehlte dieser Theorie der experimentelle Nachweis, und die Folge davon war, dass der genannte Physiologe Niemand zu den Ideen Galens und seiner ebenso neuen als geistvollen Theorie bekehren konnte. Ihren ganzen Werth zu beurtheilen werden, wie ich hoffe, die Versuche gestatten, die ich bald mitzutheilen haben werde.

584. Zehn Jahre später (im Jahre 1843) versuchten die Herren Beau und Maissiat***), dieses Mal auf Vivisectionen gestützt, ebenfalls in einer bemerkenswerthen Arbeit die Ansicht Galens über die Wirkung des Diaphragma als Rippenheber zu rehabilitiren.

Nachdem sie bei einem Hunde die Serrati antici magni, die Pectorales und die Scaleni durchtrennt hatten, incidirten sie jederseits die sechs letzten Intercostalräume vom Brustbein bis zur Wirbelsäule, so dass die Thoraxwände in transversaler Richtung entzwei getrennt wurden †). Sie beobachteten dann noch im unteren Abschnitt einige Inspirationen, trotz des grossen Umfanges der Wunde und vor allen Dingen trotz des sofort eintretenden Zusammensinkens der Lungen. Nachdem sie darauf rasch das Diaphragma exstirpirt hatten, lag das untere Segment unbeweglich.

*) Es ist wohl unnöthig, zu bemerken, dass die Entdeckung, die Magendie sich zuschrieb, Galen angehört, dessen schöne oben berichtete Versuche ihm ohne Zweifel unbekannt geblieben waren (siehe 577 u. 578).

**) Précis de physiol. t. II. p. 380.

***) Recherches sur le mécanisme de la respiration (Arch. gén. de méd. 4 [illegible] p. 224.)

†) [illegible]igatur der 6 letzten Nervi intercostales nach Galens Vorgange [illegible]489) wäre einer solchen Verstümmelung weit vorzuziehen gewesen.

Beau und Maissiat folgerten aus ihren Versuchen, dass das Diaphragma durch die ihm zukommende Wirkung die Zwerchfellrippen nach oben erhebt und nach aussen führt. Sie nehmen aber nicht die Nothwendigkeit eines Stützpunktes an den Baucheingeweiden an, welche Magendie zu dem Zweck erdachte, das Zustandekommen dieser Wirkung des Diaphragma auf die unteren Rippen zu erklären, und glaubten vielmehr, dass der Widerstand, den das Pericardium diesem Muskel bietet — sie nannten dasselbe die Hohlsehne des Diaphragma — hinreichend wäre, um die erwähnten Erscheinungen zu bewirken.

585. Die Wiederholung dieser Versuche von Beau und Maissiat durch Herrn Debrou *) hat zu ganz entgegengesetzten Ergebnissen geführt; dieser Beobachter hat sich denn auch beeilt, gegen die Schlussfolgerung von Beau und Maissiat zu protestiren.

Aus allem Vorangegangenen geht hervor, dass über die wahre Wirkung des Diaphragma als eines Erweiterungsmuskels der Thoraxbasis und über den Mechanismus dieser Wirkung in der Wissenschaft noch der grösste Zweifel herrschen muss.

586. In der Hoffnung, die Lösung dieses wissenschaftlichen Problems zu finden, eine Lösung, die zur Erklärung der vorher noch nicht beschriebenen krankhaften Erscheinungen, die ich an einem anderen Orte berichtet habe **), unumgänglich war, habe ich eine Reihe von elektrophysiologischen Versuchen an Menschen und an lebenden oder todten, aber noch ihre Erregbarkeit besitzenden, Thieren angestellt.

Diese Versuche, die mir entscheidend zu sein scheinen, und die ich nun berichten will, ersparen mir die Aufgabe, die entgegengesetzten Ansichten, die ich so eben in einem historischen Rückblicke erwähnt habe, zu discutiren.

§ II. Elektrophysiologie.

Meine Aufgabe ist, nachzuweisen, welches 1) die Bewegungen sind, die den Rippen vom Zwerchfell ertheilt werden, wenn der Muskel noch seine natürlichen Beziehungen zu den Baucheingeweiden bewahrt hat, 2) welche Bewegungen den Rippen durch das Zwerchfell ertheilt werden, wenn seine natürlichen Beziehungen der Contiguität mit den Baucheingeweiden nicht mehr bestehen, 3) endlich das Zustandekommen der Rippenbewegungen in beiden Fällen zu erklären.

*) Note sur l'action des muscles intercostaux (Gaz. méd. 1843 p. 344).

**) De l'électrisation localisée, s. die Abschnitte über Lähmung und Contractur des Diaphragma.

A. Bewegungen der Rippen durch das Diaphragma, wenn es in seinen natürlichen Beziehungen zu den Baucheingeweiden steht.

a. Versuche am lebenden Menschen.

587. Zuerst wurde mir durch die klinische Beobachtung die Gelegenheit geboten, die isolirte Contraction des Diaphragma am lebenden Menschen vermittelst der localen Faradisation hervorzurufen.

Um eine solche isolirte Contraction des Zwerchfells zu erhalten, richtete ich den Strom eines Inductionsapparates auf den Nervus phrenicus, indem ich die Elektroden an dem Punkte ansetzte, wo dieser Nerv den Scalenus anticus kreuzt, ehe er in die Brusthöhle eintritt (den Operationsmodus, den man anwenden muss, um die elektrische Reizung auf das Zwerchfell zu beschränken, habe ich an einem anderen Orte ausführlicher angegeben). *) Die Reihe von elektrophysiologischen Erscheinungen, die bei diesem Versuche beobachtet werden, besteht kurz gefasst in Folgendem:

Im Augenblicke, wo der Inductionsstrom den Nervus phrenicus traf, erhoben sich die Zwerchfellrippen der erregten Seite und begaben sich nach aussen. Die betreffenden Rippen sprangen um so deutlicher hervor, als die Haut sich in die Intercostalräume, die augenscheinlich deprimirt waren, tiefer einsenkte. Dies musste zu dem Glauben führen, dass die Intercostalmuskeln dieser Räume sich dabei nicht in Contraction befanden. (Ich behalte mir vor, die Wirkung der Intercostales bald nachzuweisen.)

Wurde der Versuch an dem Nervus phrenicus der entgegengesetzten Seite wiederholt, so gab er dasselbe Resultat. Die gleichzeitige Faradisation endlich beider Phrenici bewirkte dieselbe Ausdehnung beider Seiten zugleich und eine Auftreibung der Regio epigastrica.

Während der Transversaldurchmesser der Thoraxbasis vergrössert wurde, nahm der von vorn nach hinten gehende Durchmesser ebenfalls zu, aber nur in kaum merklicher Weise.

Im Augenblick, wo auf diese Weise die Erweiterung der Thoraxbasis künstlich herbeigeführt wurde, drang die Luft gewaltsam in die Luftwege, selbst gegen den Willen des Kranken, dem ich anempfohlen hatte, die Athmung zu suspendiren. Das Geräusch, welches die Luft bei ihrem Durchgange durch den Kehlkopf und die Trachea verursachte, ähnelte einem langen Seufzer. Um nun zu erfahren, ob in diesem Falle die Erweiterung der Lungen durch die Luft für die Ausdehnungsbewegung der unteren Rippen, die bei der

*) Électrisation localisée, 2. édit. p. 740 (3. édit. p. 914).

Reizung des Nervus phrenicus stattfindet, nothwendig ist, versperrte ich der Luft den Zutritt zu den Luftwegen, indem ich dem Kranken, nachdem er ausgeathmet hatte, Mund und Nasenlöcher verschlossen hielt. Dabei sah ich das Anwachsen der unteren Brusthälfte und die Erhebung der Hypochondrien ebenso gut geschehen, wie wenn die Luft in die Lungen eindrang. Aber der Kranke fühlte dabei auf der Seite der Reizung einen sehr lebhaften Schmerz in der Gegend der Thoraxbasis. *)

Diese Versuche habe ich in einer grossen Zahl von Fällen an denselben Individuen und an anderen, in Gegenwart zahlreicher Zeugen, von denen mehrere in der Wissenschaft eine Autorität hatten, wiederholt, um mich nicht von meinen eigenen Illusionen fortreissen zu lassen, und stets habe ich die Erscheinungen beobachtet, über die ich so eben berichtete. **)

Einige andere interessante Einzelheiten habe ich mit Stillschweigen übergangen, weil sie sich weniger auf die Frage beziehen, die den Gegenstand dieser Abhandlung bildet. Ich muss indessen sagen, dass während der künstlichen Contraction des Diaphragma die Stimmbildung unmöglich war, und dass die Erregung des Muskels durch einen Inductionsstrom mit raschen Unterbrechungen nicht anhaltend selbst nur eine ziemlich kurze Zeit fortgesetzt werden kann, ohne sofortige Erstickung herbeizuführen.

Da die Reizung des Nervus phrenicus nur die Contraction des Zwerchfells hervorrufen kann, so erscheint es rationell, alle in den vorstehenden Versuchen beobachteten Erscheinungen auf die Wirkung dieses Muskels zu beziehen.

b. Versuche am menschlichen Leichnam mit noch erhaltener Erregbarkeit.

Kann man aber versichern, dass die künstliche Contraction des Zwerchfells, die man durch das Zwischenglied des Nervus phrenicus erhält, nicht beim lebenden Menschen die synergische Contraction anderer Inspirationsmuskeln hervorruft? Der Versuch hat mir gezeigt, dass man sicher ist, durch die locale Faradisation die Muskelcontraction zu isoliren; ich meinerseits bin sicher, dass bei allen vorhergehenden Experimenten das Zwerchfell allein in Contraction

*) Der von dem Kranken angegebene Schmerz wird vielleicht durch die Trennung der sonst immer selbst bei den Respirationsbewegungen an einander liegenden Pleurablätter verursacht.

**) Die Versuche wurden auch während einer Vorlesung des Professors Ph. Bérard in dem grossen Hörsaal der medicinischen Fakultät wiederholt.

trat. Trotzdem will ich den Beweis noch durch Wiederholung derselben Versuche am noch erregbaren menschlichen Leichnam führen.

588. An Individuen, die im Hospital der Charité seit einigen Minuten verstorben waren, richtete ich einen sehr starken und mit raschen Unterbrechungen gehenden Inductionsstrom auf den Nervus phrenicus, entweder abwechselnd auf den rechten oder linken, oder auf beide Nerven gleichzeitig; dabei beobachtete ich genau die im Vorstehenden beschriebenen Erscheinungen, d. h. die Zwerchfellrippen begaben sich nach oben und aussen, und ausserdem hoben sich die Hypochondrien und das Epigastrium, während die Leiche eine ziemlich deutliche Inspiration machte.

Dieser Versuch zerstreut alle Zweifel, die in manchen Köpfen noch über die wirklich isolirte Contraction des Diaphragma bestehen konnten, nachdem sie in früheren Experimenten nur beim lebenden Menschen durch die locale Faradisation des Nervus phrenicus erzeugt worden war.

589. Ich mache auf die grosse Analogie aufmerksam, die zwischen diesem am menschlichen Cadaver ausgeführten Versuche und dem schönen Experimente Galens, das ich in den historischen Betrachtungen angeführt habe, besteht (siehe 578). Man erinnert sich nämlich, dass dieser König unter den Anatomen und Physiologen des Alterthums die Nervenkraft nur an einen einzigen Inspirationsmuskel, das Diaphragma, gelangen liess und die anderen Inspirationsmuskeln durch Unterbindung oder Durchschneidung ihrer Nerven lähmte; in meinen Experimenten dagegen am menschlichen Leichnam setze ich den elektrischen Reiz an die Stelle des Nerveneinflusses und leite ihn auf das Diaphragma, welches ich momentan belebe.

Diese beiden Experimente controliren sich also gegenseitig und beweisen — was übrigens für mich seit 18 Jahrhunderten festgestellt, wenn auch von der Mehrzahl der Physiologen geleugnet war —, dass beim Menschen im Normalzustande die isolirte Contraction des Diaphragma eine Erhebung und Ausdehnungsbewegung der Rippen bewirkt, an denen es sich inserirt.

c. Versuche an lebenden und todten Thieren, bei denen der Nervus phrenicus blossgelegt wurde.

Wie Ph. Bérard *) sehr treffend bemerkt hat, wäre zum vollständigen wissenschaftlichen Nachweise des vorstehenden Satzes erforderlich, dass die elektrische Reizung direct auf den entblössten

*) Bérard Cours de physiol. fait à l'école de méd. Livraison XIX.

Nervus phrenicus angebracht wird. Ein solches Experiment ist aber beim Menschen nicht zu bewerkstelligen, und dies hat mich dazu bestimmt, eine Reihe von Experimenten an Thieren anzustellen, die ich kurz berichten will. *)

590. Reizung des entblössten Nervus phrenicus bei einem kräftigen, lebenden Hunde. — Während das Thier auf dem Rücken liegend gehalten wurde, wurde der Nervus phrenicus von Herrn Leblanc mit sehr geringem Blutverlust blossgelegt; dann legte ich die Elektroden meines Inductionsapparates bei sehr starkem (maximalen) Strome und raschen Unterbrechungen an den Nervus phrenicus jeder Seite. Die Stimme des Thieres, welches bis dahin ein langgezogenes Geheul gewesen war, erlosch sofort, und die Rippen der unteren Thoraxhälfte erhoben sich und begaben sich nach aussen. Die Vergrösserung der Thoraxbasis nahm dann in beträchtlichem Masse zu, ihr Transversaldurchmesser erschien uns fast noch einmal so gross. Während der ganzen Zeit, wo der Strom durch die Nervi phrenici hindurchging, contrahirten sich continuirlich und gewaltsam die Bauchmuskeln, und die Hypochondrien wurden mächtig aufgetrieben. Die Hülfsmuskeln der Inspiration, die Scaleni, die Sterno-cleido-mastoidei, die Pectorales minores, die Serrati, die Clavicularportionen der Trapezii und auch die Intercostales der oberen Brusthälfte contrahirten sich mit äusserster Kraft und erschlafften dann plötzlich; sie bewirkten so die abwechselnden Respirationsbewegungen der Inspiration und Expiration in der oberen Brusthälfte, nachdem dieselben in der unteren Brusthälfte unmöglich geworden waren. Obgleich sich die Brust in der oberen Hälfte durch diese äusserste Anstrengung des Thieres augenscheinlich erweiterte, so wurde doch die Respiration langsamer und zunehmend schwächer, und die Zeichen der Asphyxie erschienen in weniger als einer Minute. Es wurden demnach die Lippen bläulich, das Thier liess seine ebenfalls bläuliche Zunge aus der weitgeöffneten Schnauze hängen, seine Augen traten hervor u. s. w. In weniger als drei Minuten der Dauer dieser künstlichen Zwerchfellcontraction

*) Um diese Versuche zu machen, wartete ich seit mehreren Jahren auf eine günstige Gelegenheit. Herr Leblanc, Mitglied der Akademie der Medicin, mit seinem Beistande bei wissenschaftlichen Untersuchungen stets bereit, stellte mir seine Unterstützung und seine Fertigkeit in Vivisectionen in liberalster Weise zur Verfügung. Dadurch wurde es mir ermöglicht, meine Untersuchungen über das Zwerchfell zu beendigen.

schien die Asphyxie sehr vorgeschritten. Da ich jedoch das Thier zu anderen Versuchen bestimmte, so unterbrach ich den Strom, und erst ziemlich lange nachher konnte das Thier wieder athmen und Bewegungen machen.

Die elektrische Reizung eines einzigen Phrenicus, mit demselben Strome und auf dieselbe Weise bewerkstelligt, hatte keine Asphyxie zur Folge; zwar wurden die unteren Rippen auf der gereizten Seite entfernt, aber die Respiration schien zur Oxydation des Blutes ausreichend, wenn sie auch grössere Anstrengungen erforderte und nur auf der entgegengesetzten Seite augenscheinlich frei blieb.

Die vorstehenden Versuche wurden an einem lebenden Pferde wiederholt und bewirkten analoge Erscheinungen, was die Ausdehnung der Zwerchfellrippen betrifft. Da es aber schwer ist, beim Pferde den Phrenicus zu erreichen, ohne den Musculus trachelohumeralis zu durchschneiden, was wir zu thun unterlassen hatten, so wurde die Reizung nicht genau auf beide Phrenici zugleich beschränkt, und die vollständige Asphyxie wurde nicht erhalten.

591. Elektrische Reizung des Nervus phrenicus beim todten Thiere mit noch nicht erloschener Erregbarkeit. — Ein starker und rascher Inductionsstrom wurde auf die beiden blossgelegten Phrenici des Hundes geleitet, an dem der oben beschriebene Versuch gemacht worden war, nachdem man ihn getödtet hatte; man sah dann die Ausdehnung der Zwerchfellrippen in derselben Weise erfolgen, wie zur Zeit, als das Thier noch lebte: aber diese Bewegung war viel beschränkter, während die Bauchwände sich stärker erhoben. Während dieser Zunahme des Brustumfanges drang die Luft gewaltsam und mit einem Geräusch, das einer tiefen Inspiration glich, in die Luftwege.

Diesen Versuch wiederholte ich an mehreren Pferden, welche Herr Leblanc die Güte gehabt hatte, für meine Untersuchungen tödten zu lassen, bei welchen er selbst die Nervi phrenici blosslegte.

Die Haut der Thiere wurde darauf rasch entfernt, so dass wir während derselben Versuche alle Inspirationsmuskeln sehen und befühlen konnten.

Zwei dicke Nerven kreuzten in schiefer Richtung den Scalenus anticus, ich berührte sie abwechselnd mit den Elektroden und sah, dass der nach aussen liegende nur die Contraction einiger Schultermuskeln hervorrief, dass dagegen der weiter innen liegende Nerv, den Herr Leblanc als Nervus phrenicus angab, ausschliesslich auf die raxbasis wirkte und die Erscheinungen zu Stande brachte, die bald berichten will, ganz gleich, ob er mit dem Rückenmark

zusammenhing oder nicht. (Ich erwähne diese Einzelheiten, um gewissen Einwürfen zuvorzukommen, die mir gemacht werden könnten). Dieser Nerv war also wirklich der Phrenicus, wovon wir uns übrigens noch durch Untersuchung seines Ursprungs und seines Verlaufes in der Brust versichert haben.

Dabei beobachtete ich nun Folgendes. Sobald ich die beiden Phrenici zugleich reizte, so machte das Thier, das seit einigen Minuten todt war, eine geräuschvolle Inspiration, seine Zwerchfellrippen hoben sich auf jeder Seite und begaben sich nach aussen, und die Bauchwände hoben sich.

Dieser Zustand der Erweiterung der Brust und Bauchhöhle bestand so lange, wie der rasche und starke Strom meines Apparates durch die Phrenici hindurch ging. Wenn die Reizung auf den einen Phrenicus allein gerichtet wurde, so wurden die unteren Rippen und das Abdomen nur auf der Seite der Reizung in Bewegung gesetzt. Während dieser künstlichen Ausdehnung der Thoraxbasis konnte man durch das Gefühl constatiren, dass die bloss gelegten Intercostales in vollkommener Erschlaffung waren, und erst wenn ich auf dieselben Intercostalmuskeln die Elektroden eines anderen Apparates legte, fühlte man sie anschwellen und hart werden.

Um das Gesagte zusammenzufassen, so bewirkte die locale Faradisation der entblössten Nervi phrenici bei allen diesen Versuchen, die an todten oder lebenden Thieren mit unversehrt bewahrten Bauchwänden angestellt wurden, die Erhebung der Zwerchfellrippen und ihre Bewegung nach oben und aussen.

592. Ich muss indessen hinzufügen, dass sich in gewissen Ausnahmefällen die excentrische Bewegung der Rippen auf die oberen Rippen fortsetzt. Dies habe ich in der That bei einem von den 5 Pferden, die für meine Versuche geopfert wurden, constatirt. Das Thier lag auf der entgegengesetzten Seite, als der gereizte Phrenicus, und jedesmal wenn der Strom das Zwerchfell zur Contraction brachte, erhob sich und entfernte sich die Thoraxwand auf der Seite der Reizung in ihrem ganzen Umfange. Aber die Bewegung war weit ausgesprochener an den Zwerchfellrippen. Man erinnert sich, dass die Ausdehnung der Brust bei den anderen Pferden und ebenso beim Hunde vollkommen auf die letzten Rippen beschränkt geblieben war. Auf welchen Umstand soll man diese verschiedene Wirkung des Zwerchfells in beiden Fällen schieben? Wäre es nicht möglich, dass die Knorpeln der falschen Rippen an dem ersten Pferde weniger biegsam waren als bei den übrigen, und dass in Folge dessen die Bewegung der unteren Brusthälfte der oberen

Brusthälfte mitgetheilt worden war? Oder muss die Erscheinung darauf geschoben werden, dass das Thier bei dem Versuche auf der Seite lag, während die anderen auf dem Rücken liegend gehalten worden waren?

Welchen Werth diese Hypothese auch haben möge, so beweist der Versuch deshalb nicht weniger, dass in gewissen Fällen die Bewegung der unteren Rippen durch Contraction des Diaphragma den oberen Rippen mitgetheilt werden kann.

An der wirklich stattfindenden Contraction des Diaphragma bei allen vorangegangenen Experimenten kann kein Zweifel bestehen, da ich ja durch das Gefühl feststellen konnte, dass die anderen Inspirationsmuskeln (die Intercostales, Serrati etc.) in Erschlaffung waren.

593. Den Grad der Erweiterungsbewegung der unteren Rippen durch das Diaphragma im Maximum seiner Contraction wäre ich nicht im Stande, genau festzustellen. Ich kann nur versichern, dass die Erweiterung dabei beträchtlich ist. So habe ich bei den todten Pferden gesehen, dass der Thorax sich jederseits um 4—5 cm ausdehnt; beim todten Hunde vergrösserte sich sein Querdurchmesser um ein Drittel; und beim lebenden Thiere endlich war die Ausdehnung der unteren Rippen noch bedeutender. — Die Ursache dieses Unterschiedes in den Bewegungen der Brust beim lebenden und beim todten Thiere werde ich angeben, sobald die im Folgenden noch zu berichtenden Versuche mich in die Lage gesetzt haben werden, ihr Zustandekommen zu erklären.

In allen diesen Versuchen vergrösserte sich der von vorn nach hinten durchgehende Durchmesser des Thorax ebenfalls, aber nur in sehr schwachem Masse. Man musste sogar genau darauf achten, um die Erscheinung überhaupt zu bemerken.

Der Einfluss, den die continuirliche Contraction des Zwerchfelles auf Respiration und Phonation übt, ist sehr merkwürdig und sein Studium von Wichtigkeit. Die Schlussfolgerungen, die ich daraus gezogen habe, haben zu einer pathologischen Studie über die Contractur des Diaphragma geführt, auf welche ich im folgenden Paragraphen zurückkomme.

B. Bewegungen der Rippen durch Contraction des Diaphragma, wenn es nicht mehr in seinen natürlichen Beziehungen der Contiguität mit den Baucheingeweiden steht.

594. Die Thiere, die man getödtet, und an denen man die soeben berichteten Versuche angestellt hatte, wurden eventrirt und ihre Eingeweide herunter geschoben; darauf richtete ich von Neuem auf die blossgelegten Nervi phrenici einen starken und mit raschen

Unterbrechungen arbeitenden Strom. Sobald sich das Diaphragma contrahirte, wurden die Rippen, an denen es sich inserirt, augenblicklich nach einwärts gezogen, anstatt sich nach aussen zu begeben, wie in den vorangegangenen Versuchen.

Diese concentrische Bewegung der Zwerchfellrippen hat bei Weitem nicht den Umfang, wie die excentrische Bewegung, die man sie machen sieht, wenn die Bauchwände unverletzt sind. So verengert bei dem todten, excentrirten Pferde die Reizung des Diaphragma die Thoraxbasis etwa um 2 cm jederseits, während die gleiche Erregung die Rippen auf jeder Seite ungefähr um 4—5 cm ausdehnt, wenn das Zwerchfell noch seine natürlichen Beziehungen mit den Baucheingeweiden bewahrt hat.

So lange der Strom durch die Nervi phrenici hindurchgeht, bleibt die Basis der Brust verengt; sobald aber der Strom unterbrochen wird, weichen die unteren Rippen in Folge ihrer Elasticität zurück und nehmen die Lage wieder ein, die sie vor der Muskelthätigkeit inne hatten.

595. Wenn also das Diaphragma seine normalen Beziehungen der Contiguität mit den Baucheingeweiden verloren hat, so wird es durch die ihm eigenthümliche Wirkung zum Expirationsmuskel in Rücksicht der Bewegungen, die es den unteren Rippen ertheilt; nichts destoweniger vergrössert es aber auch dann noch den senkrechten Durchmesser der Brust durch Senkung des Centrum tendineum und des Diaphragma.

Bei dem todten, excentrirten Pferde konnte ich während dem künstlichen Herabsteigen dieses Muskels folgende Veränderungen in der Ebene des Zwerchfells beobachten. Sobald die Electroden an die Phrenici angelegt wurden, nahmen die Muskelfasern, die am Centrum tendineum endigen, die während der Erschlaffung im Bogen verliefen, die gerade Richtung an und gaben dem äussersten Theile des Centrum tendineum die gleiche Richtung schief von aussen und unten nach innen und oben, während der Theil des Centrum tendineum, der mit dem Pericardium verschmolzen ist, herabstieg und dabei seine Horizontalebene bewahrte.

596. Aber dieses Herabsteigen des Centrum tendineum und des Diaphragma hört bald auf, und wie stark dann auch der Strom sein möge, man kann nicht erreichen, dass der Muskel bis in die Ebene seiner Rippen- und Brustbeinansätze herabsteigt. Daraus folgt, dass das Diaphragma im stärksten Grade seiner Contraction ungefähr die Form eines abgestumpften Kegels annimmt, dessen Basis dem unteren Theile der Brust entspricht.

Wie man sieht, hat es von da bis zu einer nach der Bauchseite convexen Gestalt, die das Diaphragma bei stärkster Contraction nach gewissen Experimentatoren, u. A. nach Haller, annehmen soll, noch gute Wege. Vergeblich habe ich meine Versuche abgeändert, um diese Convexität des Diaphragma zu erzeugen; so habe ich abwechselnd die beiden Seiten des Muskels gereizt, indem ich die Electroden bald direct auf seine Muskelfasern anlegte, bald den Strom nur auf den einen Phrenicus beschränkte, und niemals habe ich eine solche Wirkung erreichen können. Ob die Muskelfasern sich nun alle zusammen oder nur theilweise contrahiren mögen, immer sieht man sie aus dem Bogen, den sie vorher beschrieben, geradlinig werden und die schiefe Richtung von unten und aussen nach oben und innen beibehalten.

597. Die Contraction des Diaphragma ist nicht etwa zu schwach, um die stärkere Senkung des Muskels bei geöffnetem Abdomen zu erzeugen; denn wir waren, Herr Leblanc und ich, nicht im Stande, sein Herabsteigen dadurch zu verhindern, dass wir die Faust gegen das Centrum tendineum stemmten, während es sich unter Einwirkung eines Inductionsstromes kräftig contrahirte. Wir mussten unsere ganze Kraft aufwenden, um seine Senkung nur um ein Weniges zu vermindern.

Man erinnert sich noch, dass das todte Thier, bei dem das Diaphragma alle natürlichen Beziehungen bewahrt hat, geräuschvoll einathmet, sobald man seine Contraction hervorruft. Dies geschieht nun nicht mehr, wenn die Baucheingeweide nach dem Excentriren herabgedrückt sind. Und dies beweist, dass die Luft im letzteren Falle in geringerer Menge und mit geringerer Kraft in die Athmungswege einströmt. Diese verschiedenen Erscheinungen werden vollkommen verständlich, wenn man sich erinnert, dass bei den ersten Versuchen die Capacität der unteren Thoraxhälfte nach allen Richtungen zunahm, während sie im zweiten Experimente in der Richtung des Querdurchmessers sogar abnahm.

C. Mechanismus der Bewegungen des unteren Theiles der Brust während der Zwerchfellcontraction.

598. Wie soll man es erklären, dass die berühmtesten Anatomen Jahrhunderte lang die herabsteigende Bewegung des Diaphragma in Folge seiner Contraction verkennen konnten? Dabei ist die Thatsache auf's deutlichste sichtbar und wird heute von Niemandem bestritten. Die Anatomen müssen bei den Vivisectionen, die sie täglich ausführten, durch den Augenschein getäuscht worden

sein. Bekanntlich bildete ja zu dieser Zeit die lebende Anatomie (d. h. Vivisection) beim Studium der Anatomie den wesentlichsten Theil, und die an Leichnamen ausgeführten Sectionen (die todte Anatomie) dienten nur als Vorbereitung dazu.

So kann es Vesal nach meiner Meinung nicht unterlassen haben, jenen merkwürdigen Versuch Galens zu wiederholen, wobei dieser König der Anatomen und Physiologen alle Inspirationsmuskeln mit Ausnahme des Diaphragma lähmte; (s. 578). Vesal hätte dabei sehen müssen, dass sich ebenso wie in meinen elektrophysiologischen Versuchen die Brust bei der Senkung des Diaphragma verengte, sobald die Baucheingeweide des excentrirten Thieres nicht mehr ihre Beziehungen zu dem Muskel hatten. Da er nun ohne Zweifel beobachtet hatte, dass die Brust bei diesem selben Versuche die entgegengesetzte Bewegung macht, als bei der Inspiration, wenn die Bauchwände desselben Thieres in ihrem natürlichen Zustande sind, konnte er nicht vielleicht mit Recht daraus schliessen, dass das Diaphragma sich bei der Inspiration erhebt und dass diese Erhebung die Folge der Zwerchfellcontraction ist? Ein so seltsamer Irrthum, der von so vielen anderen nicht minder berühmten Anatomen getheilt wurde, lässt sich wohl nur auf diese Weise erklären.

Wären aber die genannten Experimentatoren im Stande gewesen, wie ich es gethan habe, das Diaphragma mehrere Minuten lang in fortgesetzter Contraction zu erhalten und einen rasch unterbrochenen faradischen Strom auf dasselbe wirken zu lassen — ein Agens, das dem Nerveneinfluss analog ist — so wäre ein solcher Irrthum von ihrer Seite nicht möglich gewesen; und dann hätten sie nach der Ursache der entgegengesetzten Bewegungen geforscht, die den Rippen vom Zwerchfell ertheilt werden, je nachdem der Muskel seine natürlichen Beziehungen mit den Baucheingeweiden bewahrt oder verloren hat; sie hätten endlich versucht, das Zustandekommen dieser verschiedenen Bewegungen zu erklären.

Der Lösung dieses Problems sind im Folgenden meine Bemühungen gewidmet.

599. Die Herren Beau und Maissiat*) haben in ihrer beachtenswerthen Arbeit behauptet, dass das Pericardium der Senkung des Diaphragma einen genügenden Widerstand leiste, um ihm als fester Punkt zu dienen, vermittelst dessen der Muskel die Rippen, an denen er sich inserirt, erhebt und sie nach aussen führt. Die genannten Beobachter hätten die offenbaren Thatsachen, die ich

*) Recherches sur le mécanisme de la respiration (Arch. gén. de méd. IV série t. 2 art. III).

so eben berichtet habe, erkennen müssen, Thatsachen, aus denen hervorgeht, dass sie sich in der Deutung der bei ihren Vivisectionen beobachteten Thatsachen getäuscht haben. Meine Versuche sind so zwingend, dass ich es mir erlassen kann, mit den genannten geschickten Beobachtern über diesen Punkt in Discussion zu treten. Es genügt mir, daran zu erinnern, dass bei allen todten und noch erregbaren Thieren, bei denen ich die Nervi phrenici gereizt habe, während ihre Baucheingeweide nach unten gedrängt worden waren, das Pericardium intakt war, und dass trotzdem diese von ihnen sogenannte „Hohlsehne" des Diaphragma nicht verhinderte, dass der Muskel die Basis der Brust verengte.

Durch meine Untersuchungen ist also festgestellt, dass das Diaphragma in Folge der ihm inne wohnenden Wirkung trotz des Widerstandes, welchen das Pericardium ihm bei seiner Senkung entgegenstellen kann, die Rippen, an denen es sich inserirt, nach innen führt, somit also das Gegentheil seiner physiologischen Function thut, die es zu erfüllen hat, wenn es in Contraction tritt, während seine natürlichen Beziehungen zu den Baucheingeweiden bestehen.

600. Liegt wirklich hier, bei dieser Bewegung der Rippen in entgegengesetzter Richtung, je nachdem das Diaphragma seine Beziehung mit den Baucheingeweiden bewahrt hat oder nicht, nur eine Frage des Stützpunktes vor, wie Magendie aus theoretischen Gründen angegeben hat? Gerade um diese Frage des Unterstützungspunktes zu studieren, habe ich versucht, bei todten Pferden dadurch, dass ich meine Faust an das Centrum tendineum legte, die Senkung des Zwerchfelles zu verhindern, während ich es durch Reizung des Nervus phrenicus zur Contraction brachte. Dabei senkte sich das Zwerchfell, wie ich schon oben gesagt habe (s. 597), trotz alles Widerstandes, den ich entgegenstellen konnte, und die herabtretende Bewegung war nur beschränkter, als bei freier Wirkung des Diaphragma. Die Kraft des Widerstandes, die ich dem Herabsteigen des Diaphragma entgegenstellte, musste die gleiche oder noch bedeutender sein, als die von den Baucheingeweiden geleistete; trotzdem begaben sich, wenn wir, Herr Leblanc und ich, unsere ganze Muskelkraft dazu verwandten, dem Muskel einen Stützpunkt zu verschaffen, die Rippen, die ihm zur unteren Anheftung dienen, nicht nach aussen, wie es der Fall ist, wenn der Muskel an den Baucheingeweiden einen festen Punkt findet, sondern es gelang uns nur, zu verhindern, dass die unteren Rippen sich nach innen begaben.

[illegible]r Versuch beweist, dass das Diaphragma eine um so [illegible]Tendenz hat, die Zwerchfellrippen zu erheben und sie nach

aussen zu führen, je höher stehend es gehalten wird; er zeigt aber auch auf's augenscheinlichste, dass noch etwas Weiteres erforderlich ist, damit die excentrische Bewegung der Rippen frei und vollständig geschehen kann.

601. Dieses andere Etwas ist die grössere Oberfläche des Unterstützungspunktes, welchen die Baucheingeweide dem Diaphragma darbieten. Die Erhebung der Rippen und folglich ihre Ausdehnung kommt dann auf folgende Weise zu Stande.

Man muss sich hier an die Veränderungen erinnern, die man bei den Thieren, deren Baucheingeweide durch Reizung ihrer Phrenici herabgedrückt werden, in der Ebene des Zwerchfelles eintreten sieht. Oben habe ich gesagt (siehe 595), dass das Diaphragma dabei die Form eines abgestumpften Kegels annimmt, dessen Seitenflächen von seinen Muskelfasern und einem Theil des Centrum tendineum gebildet werden. In Folge ihrer schiefen Richtung von aussen und unten nach innen und oben entfernen sich die Fasern des Diaphragma so sehr von der Verticalen, während der Senkung des Centrum tendineum, an dem sie sich befestigen, dass sie ausschliesslich der Kraft gehorchen müssen, die sie nach innen zieht.

Wenn nun die Baucheingeweide ihre natürlichen Beziehungen mit dem Diaphragma bewahrt haben, so lassen sie sich zwar in ihrer ganzen Masse durch die Contraction dieses Muskels herabdrücken, als Unterstützungspunkt bieten sie ihm aber ihre zum Theil feste Oberfläche, deren Convexität sich seiner unteren concaven Oberfläche wunderbar anpasst und auf diese Weise der Geraderichtung seiner Muskelfasern widersetzt. Auf Grund also der ganz besonderen Form des Stützpunktes, den die Baucheingeweide darbieten, bewahren die Muskelfasern des Diaphragma zum Theil ihre natürliche Krümmung, die ihnen gestattet, auf die Zwerchfellrippen fast in senkrechter Richtung zu wirken, und sie folglich nach oben zu ziehen. Nun begiebt sich aber jede Rippe, die sich erhebt, nothwendiger Weise auch nach aussen, wie Borelli sehr klar bewiesen hat.

602. Aus meinen Versuchen geht auch hervor, dass die Erweiterung der Thoraxbasis unter dem Einfluss der künstlichen Zwerchfellcontraction bei lebenden Thieren bedeutender ist. Diese Erscheinung kommt daher, dass die Bauchwände dem Herabsteigen der Eingeweide während des Lebens einen grösseren Widerstand entgegensetzen als nach dem Tode. Man hat jenes merkwürdige Experiment nicht vergessen, in welchem bei einem lebenden Hunde während der Faradisation der Nervi phrenici der Querdurchmesser

der Thoraxbasis fast verdoppelt wurde (s. 590), während nach seinem Tode die Ausdehnung dieses Theiles der Brust unter Einwirkung derselben Reizung kaum um ein Drittel zunahm (s. 591). Im ersteren Falle hielt das Thier seine Bauchmuskeln mit grösster Kraft contrahirt; das Epigastrium und die Hypochondrien wurden demzufolge kaum etwas erhoben; im zweiten Falle waren die Bauchwände schlaff geblieben und hatten sich durch die nach unten zurückgedrängten Baucheingeweide ausdehnen lassen.

Ich glaube nicht, dass durch die Contraction des Diaphragma allein der Querdurchmesser des Thorax bis auf's doppelte zunehmen konnte. Die Baucheingeweide, die dabei zwischen dem Muskel und den gewaltsam contrahirten Bauchwänden comprimirt wurden, wurden gegen die Thoraxwände zurückgedrängt und trieben sie nach aussen vor und steigerten so die schon durch die Zwerchfellcontraction begonnene Erweiterung des Thorax noch auf mechanischem Wege.

Wie auch die Erscheinung zu erklären sein mag, so zeigt sie augenscheinlich, dass die Ausdehnung der unteren Rippen durch Contraction des Diaphragma im geraden Verhältniss zum Widerstande der Eingeweide oder der Bauchwände zunimmt. Indem sich dieser Widerstand dem Herabsteigen des Diaphragma widersetzt, verhindert oder beeinträchtigt er die Vergrösserung des verticalen Durchmessers der Thoraxhöhle; aber die grössere Ausdehnung in transversaler Richtung, die die Brust dabei gewinnt, giebt dafür gewissermassen Ersatz. Wenn man an die häufigen Ursachen denkt, die dem Herabsteigen des Zwerchfelles ein Hinderniss setzen und folglich die Respiration erschweren können, so sieht man, wie der berühmte Verfasser des „De usu partium“ gesagt, wie weise und vorsichtig die Natur gewesen ist, als sie dem Zwerchfell die Fähigkeit verlieh, der Thoraxhöhle unter diesen Umständen an Breite beinahe dasselbe wiederzugeben, was sie an Höhe verliert.

§ III. Pathologische Physiologie.

603. Die klinische Beobachtung hat mir mehrere Male Gelegenheit geboten, die isolirte Function des Diaphragma beim Menschen zu beobachten, z. B. in folgendem Falle: Ein Individuum fällt vom ersten Stockwerk herab; es wird bewusstlos in's Hôtel Dieu gebracht. Nachdem die Wirkungen der Gehirnerschütterung vorüber tatirt man, dass er an allen vier Gliedmassen gelähmt ist. Brust in ihren drei oberen Vierteln vollständig unbe-



weglich bleibt, die Thoraxbasis sich bei jeder Inspiration nach allen Richtungen erweitert und die Regio epigastrica dabei stark erhoben wird. Man diagnosticirt eine Rückenmarksverletzung in der Gegend des Plexus brachialis unterhalb des Ursprungs der Nervi phrenici, die bekanntlich vom vierten Cervicalnerven abgehen, gewöhnlich verstärkt durch ein Aestchen, das von dem vorderen Zweige des fünften Paares herkommt, und häufig genug noch von einem anderen Aste, vom vorderen Zweige des dritten Paares. Die Stimmbildung war sehr abgeschwächt.

Diese Beobachtung hat mit den Versuchen Galens, der bei seinen Vivisectionen die Intercostales und die anderen Hilfsmuskeln der Respiration durch Unterbindung lähmte, eine grosse Aehnlichkeit (s. 578). Wie man sieht, bestätigt sie in vollem Umfange die Schlussfolgerungen, die er daraus hinsichtlich der inspiratorischen Function des Diaphragma und seiner Wirkung auf die Rippen, an denen es sich inserirt, gezogen hatte.

Auch durch die progressive Muskelatrophie habe ich mehrere Male die Intercostales zerstört gesehen, während das Zwerchfell noch intact war. Dabei war die Rippenathmuug im oberen Brustgebiete aufgehoben, und sie geschah ausschliesslich im unteren Gebiete und mit abdominalem Typus, wenn auch der Kranke noch so grosse Anstrengungen machte, tief einzuathmen und seine Brust zu erweitern.

Alles in Allem stehen alle diese klinischen Beobachtungen vollkommen im Einklang mit meinen elektrophysiologischen Versuchen und dienen der Ansicht Galens über die Functionen des Diaphragma in vollem Umfange zur Bestätigung.

604. Es fragt sich, welche Functionsstörungen durch den Wegfall der Wirkung des Diaphragma verursacht werden. Der Grad der Wichtigkeit oder des Nutzens, den dieser Muskel hat, würde sich daraus ergeben. Zuerst machte ich mir keine Hoffnung, diese Frage zu lösen, weil die Lähmung des Diaphragma den meisten Autoren zufolge zu rasch tödtlich verlief, als dass man Zeit hätte, ihre Symptome zu beobachten.

Bald aber traf ich auf Kranke, welche eine grosse Erschwerung der Respiration empfanden, und bei denen die Bewegungen des Thorax und der Regio epigastrica in umgekehrter Richtung erfolgten, als man sie im Normalzustande beobachtet; im Augenblick der Inspiration wurden das Epigastrium und die Hypochondrien eingezogen, während sich dagegen die Brust erweiterte; in entgegengesetzter Richtung fanden die Bewegungen derselben Theile wäh-

rend der Expiration statt. Es schien, als ob die Individuen ihre Baucheingeweide aspirirten, wenn die Inspiration eine Erweiterung ihrer Brust bewirkte, und zwar um so mehr, je mehr der Thoraxraum sich vergrösserte. Wenn ich in diesen Fällen zur Zeit der Inspiration die Nervi phrenici faradisirte, so hob sich das Epigastrium und die Thoraxbasis erweiterte sich, wie im Normalzustande; der Versuch bewies mir also, dass bei den genannten Individuen ausschliesslich die Wirkung des Diaphragma fehlte, dass sie von einer Lähmung des Diaphragma befallen waren.

Solche Lähmungen des Diaphragma habe ich bei Hysterischen und in Fällen von Bleivergiftung constatirt; sie wurden durch Faradisation der Nervi phrenici geheilt, was beweist, dass die Diagnose richtig war.

Bei Individuen, die an progressiver Muskelatrophie litten, gaben dieselben Störungen der Function das Zeichen, dass ihr Zwerchfell nicht mehr functionirte. Durch Faradisation ihrer Nervi phrenici konnte man die Contraction dieses Muskels nicht erzielen. Bei der Autopsie constatirte ich, dass seine Fasern in ihrer Textur tief verändert waren; daraus erklärte sich, dass man durch elektrische Reizung ihre Contraction nicht erzielen konnte.

Endlich habe ich Fälle notirt, wo das Diaphragma nur auf einer Seite functionirte, und dies beweist in Uebereinstimmung mit dem Versuchsergebniss, dass der genannte Muskel aus zwei selbstständigen Hälften besteht.

Ich will hier nicht die zahlreichen Fälle von Lähmung oder Atrophie des Diaphragma aufzählen, die ich gesammelt habe. Der Leser wird sie übrigens in einem Artikel, welcher der pathologischen Studie über diese lokale Lähmung gewidmet ist, in ihren Einzelnheiten berichtet finden. Es ist hier auch nicht der Ort, ihre Symptomatologie, Diagnose, Aetiologie, Prognose und Behandlung vollständig auseinanderzusetzen; man findet ihre Beschreibung in demselben Artikel.*)

Ich will nur darauf aufmerksam machen, dass die Lähmung oder Atrophie des Diaphragma nicht so unmittelbar und rasch tödtlich ist, wie es die Autoren angegeben haben; ich bin Individuen begegnet, die seit mehreren Jahren daran litten. Sie wird nur dann tödtlich, wenn gleichzeitig die Intercostales gelähmt werden, oder wenn die Individuen, die erst nur eine Lähmung oder Atrophie des Zwerchfells hatten, ausserdem von einer einfachen Bronchitis be-

*) Electrisation locolisée, 2. édit. chap. XVIII art. III. (3. édit. chap. XV art. III p. 901).

fallen werden. Sie sind dann nicht mehr im Stande, ihre Bronchien der Schleimmassen zu entledigen, die sich in ihnen anhäufen, und gehen unter diesen Umständen durch Asphyxie zu Grunde. Auf einige Symptome der Zwerchfelllähmung werde ich noch zurückkommen, wenn ich ihr Gegenstück, die Lähmung der Intercostales besprechen werde.

605. Die Entdeckung der Contractur des Diaphragma — einer Affection, die in ganz anderer Weise bedenklich und noch nicht beschrieben ist, war eine Folge der Versuche, die ich über diesen Muskel an lebenden Thieren angestellt habe (s. S. 497). Wenn ich bei lebenden Hunden einen Inductionsstrom ununterbrochen durch die blossgelegten Nervi phrenici gehen liess, so erhielt ich in einigen Minuten die Asphyxie. Wenn ich sagte, dass die Contractur des Zwerchfells beim Menschen dieselben Erscheinungen bedingen müsste, so hatte ich die Symptome dieser Contractur mit allen Einzelheiten beschrieben. Einige Monate nach der Veröffentlichung dieses Experimentes erklärte ein ausgezeichneter Beobachter, Herr Valette, Militärchirurg des Hospitals in Metz, dass er, durch die von mir gegebene Beschreibung der Symptome der Zwerchfellcontractur geleitet, eine rheumatische Contractur des Zwerchfells beim Erwachsenen, der rasch durch Asphyxie daran zu Grunde gegangen war, diagnosticirt hätte. Er hat die Beobachtung dieses Falles der Akademie der Medicin in Paris mitgetheilt. Später habe ich selbst Gelegenheit gehabt, einen neuen Fall zu beobachten.*)

Zweiter Artikel.

Intercostales.

§ I. Historisches.

Seit mehreren Jahrhunderten hat die Bestimmung der den Intercostales eigenen Wirkung und der Functionen, die sie beim Respirationsacte zu erfüllen haben, zu den verschiedensten und widersprechendsten Meinungen Anlass gegeben. Noch heute ist diese Frage nicht entschieden.

606. Man kann die Geschichte der hauptsächlichen Ansichten, die der Reihe nach in der Wissenschaft geherrscht haben, in drei Perioden theilen.

Die erste datirt von Galen, welcher die Intercostales interni und externi als Inspirationsmuskeln betrachtete, mit Ausnahme der untersten Intercostales. Dem grossen Anatomen zufolge wären

*) l. c.

diese letzteren Herabzieher der Rippen und folglich Expiratoren. „Die ganze Nachwelt", sagt Haller, „acceptirte die Meinung Galens bis zu dem Augenblicke, wo Fabricius ab Aquapendente die Intercostales interni zu Hilfsmuskeln der Intercostales externi bei der Inspiration machte." *) Haller hätte jedoch Vesal davon ausnehmen müssen, nach dessen Ausspruch die Intercostales interni und externi Expirationsmuskeln waren.

607. In der zweiten Periode wird die Ansicht von Fabricius ab Aquapendente, die im Jahre 1615 formulirt wurde, über ein Jahrhundert lang von den berühmtesten Anatomen und Physiologen nach ihm ohne Widerspruch getheilt, bis Hamberger**) eine dritte Periode eröffnet, durch seine Behauptung, dass alle Intercostales externi Expirationsmuskeln wären. Hamberger hat sich über diese Frage mit Haller in eine hitzige Polemik eingelassen, welche die letzten Jahre des grossen Physiologen getrübt hat.

Nach Hamberger sind noch andere Meinungen aufgetaucht, unter denen die wichtigste die von Beau und Maissiat ist, welche Autoren nachzuweisen versuchten, dass die Intercostales interni und externi Expiratoren wären. Endlich muss ich noch die Bemerkungen von Sibson***) anführen, die ihn dazu brachten, eine inspiratorische Wirkung der Intercostales externi im vorderen Abschnitt der fünf ersten Intercostalräume zuzugestehen.

Die folgende Stelle aus der Abhandlung der Herren Beau und Maissiat giebt von der geringen Uebereinstimmung, die vor ihnen unter den Physiologen über die Wirkung der Intercostales bestand, eine richtigere Vorstellung: 1) „Die Mm. intercostales externi und interni sind beide Inspirationsmuskeln (Borelli, Senac, Boerhave, Winslow, Haller, Cuvier), 2) die Mm. intercostales externi und interni sind beide Expirationsmuskeln (Vesal, Diemerbroeck, Sabatier). 3) die Intercostales externi sind Expiratoren, die interni Inspiratoren (Bartholin). 4) Die Intercostales externi sind Inspiratoren, die interni Expiratoren (Spiegel, Vesling, Hamberger). 5) Die Intercostales interni und externi sind zugleich Inspiratoren und Expiratoren (Mayer, Magendie, Bouvier, Burdach, Cruveilhier) 6) Alle Intercostales wirken übereinstimmend, aber ihre Funktionen wechseln an verschiedenen Stellen der Brust: Sie sind

*) Elementa physiologica Bd. III. p. 36.

**) De respirationis mechanismo. Jenae 1727.

***) Philos. Transact. 1846. S. 535.

an einem Orte Inspiratoren uud an einem anderen Expiratoren (Behrens). 7) endlich: die beiden Intercostales machen weder eine Inspirations- noch Expirationsbewegung, sie versehen nur den Dienst einer unbeweglichen Wand (Van Helmont, Arantius, Neucranzius).“ *)

§ II. Elektrophysiologie.

608. Die ersten elektrophysiologischen Versuche, die ich über die den Intercostales zukommende Wirkung am Menschen angestellt habe, datiren aus dem Jahre 1850. Zu dieser Zeit schien es durch die Untersuchungen der Herren Beau und Maissiat festgestellt, dass die Intercostales Expirationsmuskeln wären, und dass die costale Respiration des oberen Brustabschnittes unter der absoluten Abhängigkeit gewisser Muskeln stände, die man Hilfsmuskeln der Inspiration nennen kann.

Diese Meinung hatte einige Zeit lang einen betrübenden Einfluss auf meine Handlungsweise und zwar hinsichtlich der therapeutischen Anwendungen, die ich in gewissen Fällen von progressiver Muskelatrophie von der localen Faradisation machte.

Unter Anderem war bei einem Individuum, dessen Rumpfmuskeln in verschiedenen Graden progressiv zur Atrophie gekommen waren, die costale Respiration des oberen Brustabschnittes schwierig und unvollständig. Da ich die Vorstellungen der Herren Beau und Maissiat adoptirte, so schob ich die ungeordneten Bewegungen, die ich bei der Respiration beobachtete, auf die Läsion seiner Hilfsmuskeln der Inspiration und beschränkte mich in Folge dessen darauf, die letzteren, soweit sie noch nicht gänzlich verschwunden waren, zu faradisiren. Ich nahm mich wohl in Acht, die Intercostales zu reizen, da ich sie damals als Antagonisten der Rippenerhebung betrachtete. Das Ergebniss dieser Behandlung war vollständig negativ. Aber später fand ich Gelegenheit, andere Kranke zu beobachten, bei denen die costale Inspiration des oberen Brustabschnittes in normaler Weise geschah, obgleich sie die Hilfsmuskeln der Inspiration, welchen die Herren Beau und Maissiat die Inspiration in diesem oberen Gebiete ausschliesslich zuertheilten, fast vollständig verloren hatten. Die betreffenden Thatsachen werden bald besprochen werden (siehe § III pathologische Physiologie). Durch welche Muskelwirkung fand denn also die costale Inspiration

*) Beau et Maissiat (Arch. gén. de méd., IV. Serie, t. I. p. 269).

des oberen Brustabschnittes statt? Dies war für mich der Ausgangspunkt experimenteller Forschungen, die ich über die Eigenwirkung der Intercostales beim Menschen angestellt habe, aus denen — um es gleich zu sagen — unter Mithilfe der klinischen Beobachtung als Ergebniss hervorging, dass die Intercostales Inspirationsmuskeln sind. Ich will dies zunächst durch die elektromuskuläre Versuchsweise nachweisen.

Nachdem ich einmal die Ueberzeugung gewonnen hatte, dass die Hilfsmuskeln der Inspiration nicht die einzigen sind, welche die costale Inspiration des oberen Brustabschnittes besorgen, und andererseits schon durch meine Versuche erfahren hatte, dass das Zwerchfell nur diejenigen Rippen hebt, an denen es sich inserirt (siehe den vorhergehenden Artikel), war es mir unmöglich, bei den Individuen, deren Hilfsinspirationsmuskeln atrophirt waren, das Fortbestehen der costalen Inspiration im oberen Brustabschnitt zu erklären, ohne eine Wirkung der Intercostales entweder im Ganzen oder nur zu einem Theile anzunehmen.

Da sich die Intercostales bei diesen Kranken in Folge der Zerstörung der sie bedeckenden Muskeln unter der Haut gelegen fanden, wurde es mir leicht, sie direct zu faradisiren, um ihre Wirkungsweise auf die Rippen zu untersuchen. Die Versuche, die ich unter diesen Verhältnissen anstellte, führten zu folgenden Ergebnissen.

609. Ich bediente mich metallischer Elektroden, die mit feuchter Haut überzogen und von so kleiner Oberfläche waren, dass sie die Rippen nicht berührten, wenn ich sie an den Intercostalräumen anlegte. Ich legte sie im Bereich eines derjenigen Intercostales interni, die den Knorpeln entsprechen, an, d. h. an Punkten, wo diese Muskeln nicht von den Intercostales externi bedeckt sind, und sah nun bei jedem unter Einwirkung eines Inductionsstromes mit raschen Unterbrechungen die folgenden Bewegungen der unteren Rippe: 1) erhob sie sich gegen die obere Rippe, die fixirt blieb, 2) entfernte sie sich gleichzeitig nach aussen vermittelst einer Art von Rotationsbewegung um ihre Enden.

Wenn ich darauf die Elektroden weiter aussen in der Gegend des Intercostalis externus anlegte und mich eines nicht so in die Tiefe dringenden Stromes bediente (des Extracurrenten), so hob sich die untere Rippe gegen die obere, ebenso wie bei der Reizung des Intercostalis internus.

Diese Versuche wurden an allen Intercostalräumen wiederholt und gaben die gleichen Resultate.

Da ich es seit vielen Jahren niemals vernachlässige, zu therapeutischen Zwecken die Intercostales und das Diaphragma zu faradisiren, wenn die progressive Muskelatrophie die Tendenz zeigt, sich zu verallgemeinern, so konnte ich begreiflicherweise die Thatsache, die ich so eben berichtet habe, sehr häufig constatiren.

Diese elektrophysiologischen, am lebenden Menschen angestellten Versuche würden mich also zu dem Schlusse berechtigen, dass alle Intercostales bei ihrer einzelnen Erregung die untere Rippe gegen die festbleibende obere Rippe erheben.

Die Wahrheit dieses Satzes ist vollkommen nur so weit erwiesen, als sie sich auf die Eigenwirkung der Intercostales externi bezieht, denn die Elektroden konnten an allen Punkten der Oberfläche dieser Muskeln angesetzt werden und bedingten immer die Erhebung der unteren Rippe. Was die Intercostales interni betrifft, so ist das im Vorstehenden über ihre Wirkung Gesagte augenscheinlich nur auf ihre intercartilaginöse Portion anwendbar, da sie an allen anderen Punkten der directen Reizung unzugänglich waren.

610. Indessen konnte ich den Intercostalis internus vermittelst seines Nerven en masse faradisiren. — Ich habe wohl nicht nöthig, zu sagen, dass dann die Contraction des genannten Muskels von der des Intercostalis externus nicht getrennt werden konnte. Man muss ferner wissen, dass die Reizung des Intercostalis so schmerzhaft ist, dass sie nur mit Schwierigkeit ertragen wird. Aus diesem Grunde ist mir der Versuch auch nur bei einem einzigen atrophischen Individuum gut gelungen, bei dem die rechte Körperhälfte fast unempfindlich war. (Diese Unempfindlichkeit ist bei der progressiven Muskelatrophie ein seltener Fall.) Da die Hilfsinspirationsmuskeln verschwunden waren und seine Magerkeit äusserst hochgradig war, so war es mir leicht, die Thatsachen, von denen ich berichten will, in allen Einzelheiten zu beobachten. — Ich legte meine Elektroden, welche die ganze Breite eines Zwischenrippenraumes bedeckten, so weit hinten wie möglich, im Bereich des fünften Intercostalraumes an; wenn ich dann zuerst einen schwachen Strom durchgehen liess, so hob sich durch isolirte Contraction des Intercostalis externus, dessen Anschwellen und Hartwerden ich constatiren konnte, die untere Rippe gegen die darüberliegende, während meine Finger, die ich am Zwischenknorpelraum angelegt hatte, fühlten, dass der Intercostalis internus in Erschlaffung blieb. Darauf verstärkte ich gradweise die Stromstärke bis zu dem Punkte, wo ich plötzlich unter meinen auf dem Zwischenknorpelraum liegenden Fingern den Intercostalis internus stark anschwellen und hart werden fühlte, wie es vorher

beim Intercostalis externus der Fall gewesen war. Diese gleichzeitige Contraction des Intercostalis externus und des Intercostalis internus war augenscheinlich das Zeichen, dass der Strom bis zum Intercostalnerven dieses Zwischenrippenraumes in die Tiefe gedrungen war. Während dieser Contraction beider Intercostales erhob sich die untere Rippe gegen die obere, welche fest stehen blieb, ganz eben so, aber mit grösserer Kraft wie bei isolirter Contraction des Intercostalis externus.

Da der betreffende Kranke der elektrischen Behandlung sehr lange unterworfen wurde, konnte ich den eben berichteten Versuch, den er gut ertrug, sehr oft wiederholen. Oft ist er in meiner Privatklinik in Gegenwart meiner Zuhörer angestellt worden. Ich kann wohl daraus schliessen, dass der Intercostalis internus nicht die Eigenwirkung hat, die obere Rippe zu senken, denn wenn er dieses Vermögen wirklich besässe, so hätte man bei diesem Experimente, wo er unter Einwirkung der elektrischen Reizung des Nervus intercostalis mit dem Intercostalis externus zugleich in Wirkung trat, man hätte dann, sage ich, sehen müssen, dass die beiden Rippen sich einander näherten, und zwar die obere sich senkte, die untere in die Höhe stieg. Wie man sich aber erinnert, ist ausschliesslich die untere Rippe in Bewegung gesetzt worden, sie stieg gegen die obere, fest stehen bleibende Rippe in die Höhe; und dies zeigt, dass beide Intercostales in demselben Sinne auf die untere Rippe wirken, d. h. dass alle beide Heber derselben sind.

611. Die so eben berichteten Versuche hatte ich beim Menschen schon im Jahre 1851 angestellt. Schon zu dieser Zeit hatte ich in einer Vorlesung P. Bérards an der medicinischen Facultät auf dem Wege des Experimentes an einem Individuum mit Muskelatrophie, von dem in dem vorangehenden Artikel über das Diaphragma die Rede gewesen ist (siehe 587), den Nachweis geführt, dass die Intercostales interni, wenn sie in dem Zwischenknorpelraum gereizt werden, die Erhebung der Rippen bewirken. Beim Anblick dieses Versuches hatte der gelehrte Professor ausgerufen: „Was hätte nicht Haller gegeben, um Zeuge eines solchen Experimentes zu sein, welches ihm (wenigstens für diesen Abschnitt des Brustkorbes) gewonnenes Spiel über seinen hartnäckigen Gegner verschafft hätte!“

Ich behielt mir damals vor, noch andere Untersuchungen über den Gegenstand anzustellen und hatte nur mit Bedauern dem Wunsche P. Bérards nachgegeben, diesen Versuch öffentlich zu wiederholen, aber ich hatte mich nicht dazu verstanden, die anderen Versuche zu zeigen.

Jedoch hatten die Versuche, zu deren Zeugen ich P. Bérard gemacht hatte, schon eine grosse Wichtigkeit, da aus ihnen zu folgern war: 1) dass beim Menschen die sogenannten Hilfsmuskeln der Inspiration nicht die einzigen Muskeln sind, die der costalen Inspiration des oberen Brustabschnittes vorstehen, 2) dass die Intercostales externi und interni bei ihrer Reizung einzeln für sich in der Gegend des Zwischenknorpelraumes die Hebung der Rippen bewirken.

Es schien mir indessen noch nicht bewiesen, dass die Abschnitte der Intercostales interni, welche nach aussen von den Zwischenknorpelräumen liegen, die Rippen zu erheben im Stande wären, obgleich die Versuche, die ich an den Nervi intercostales angestellt hatte, mich dahin geführt hatten, sie in allen ihren Abschnitten als Inspirationsmuskeln zu betrachten.

Und dann wartete ich noch, bis meine Versuche der Controle der klinischen Beobachtung unterworfen worden wären. Dazu mussten mehr als 12 Jahre verfliessen, ehe ich die Thatsachen gesammelt hatte, die ich in den folgenden Paragraphen berichten will. Diese Thatsachen werden hoffentlich zur definitiven Lösung der Frage beitragen, die seit Jahrhunderten bei den Physiologen in suspenso geblieben ist, da damit der Beweis geführt wird, dass die Intercostales interni eben so wohl wie die Intercostales externi Inspirationsmuskeln sind.

§ III. Pathologische Physiologie.

612. Als ich die Lähmung des Diaphragma zum ersten Male beobachtete, war die Haupterscheinung, die ausser den localen Symptomen dieser Lähmung meine Aufmerksamkeit auf sich zog, die krankhafte Steigerung der Rippenathmung im oberen Brustabschnitt. Da ich schon auf dem Wege des Experimentes festgestellt hatte, dass die Intercostales die Erhebung der Rippen bewirken können, und zwar die externi eben so wohl wie die interni (siehe 610 und 611), so wurde ich naturgemäss dazu geführt, die inspiratorischen Bewegungen der Rippen, die auf diese Weise die verlorene Zwerchfellathmung ersetzen sollten, der Contraction der genannten Muskeln zuzuschreiben.

Diese Auffassung schien mir durchaus berechtigt. Vorausgesetzt nämlich, dass die Individuen in Ruhe verharrten, sah ich in diesen Fällen keineswegs, dass sich die Hilfsmuskeln der Inspiration (die

Pectorales, Latissimi dorsi, Serrati antici magni u. s. w.) sehr stark contrahirten.

Nichtsdestoweniger liessen die zahlreichen Einwürfe von Seiten solcher Persönlichkeiten, die durch ihre physiologischen Studien autorisirt erschienen, und die ich zu Zeugen dieses Factums gemacht hatte, in mir Zweifel entstehen. Wäre es nicht möglich, sagten sie mir, dass hier die Hilfsmuskeln der Inspiration, die in diesen Fällen nicht von Lähmung betroffen waren, die Erzeuger der costalen Respiration wären, wenn man auch eine kräftige Zusammenziehung derselben nicht bemerkte?

Indessen boten sich bald andere vollständigere klinische Thatsachen zur Beobachtung, die mir den Beweis für die grosse Thatsache lieferten, dass die Intercostales, sowohl die externi als die interni, wesentlich Inspirationsmuskeln sind.

Ein Individuum, Namens Corbeau, hatte bemerkt, dass im Zeitraum einiger Jahre successive die meisten Muskeln seiner oberen Gliedmassen atrophirten; auch die des Rumpfes waren endlich an die Reihe gekommen, und als er meine Behandlung nachsuchen kam, fand ich von den Muskeln der oberflächlichen Lage dieser Region auch keine Spur mehr; ausserdem war ein grosser Theil der zur Bewegung des Kopfes und des Halses dienenden Muskeln ebenfalls verschwunden. So hatte er keinen Sternokleidomastoideus, keinen Splenius und Complexus mehr; auch die Scaleni hatten ungefähr zwei Drittel ihres Volumens verloren, und der Mann war gewissermassen ein lebendes Skelett. Sein Leiden bestand in progressiver Muskelatrophie. Was ihn hauptsächlich dazu bestimmt hatte, mich zu Rathe zu ziehen, war der Umstand, dass seine Athmung besonders beim Gehen mehr und mehr erschwert wurde. Ich constatirte also bei ihm eine Atrophie des Diaphragma mit allen charakteristischen objectiven Zeichen, die derselben zukommen, und die in den vorhergehenden Artikeln aufgezählt worden sind (siehe 604). Was mich am meisten in Erstaunen setzte, und was besonders denjenigen unbegreiflich schien, die in dem den augenblicklichen physiologischen Unterricht beherrschenden Glauben aufgewachsen waren, dass der costale Typus der Respiration im oberen Brustabschnitt unter ausschliesslicher Abhängigkeit der Hilfsmuskeln der Inspiration stehe, war der Umstand, dass trotz des fast vollständigen Fehlens dieser Muskeln die Respiration kraftvoll geschah und die obere Thoraxhälfte während der Inspiration eine beträchtliche Erweiterung darbot.

Es ist hier ganz unmöglich, anderen Muskeln, als den Intercostales, die Erhebung der Rippen, ihre Entfernung nach aussen

und die Bewegung des Brustbeins schief nach oben und vorn, die daraus folgt, zuzuschreiben. Da übrigens das Individuum von grosser Magerkeit war, so sah man seine Zwischenrippenräume weiter werden und sich vorwölben, ja noch mehr, man fühlte mit den Fingern, wenn sie auf die Intercostalräume, sei es im Bereich der Intercostales externi, sei es der Intercostales interni, wo sie subcutan waren, aufgelegt wurden, wie diese Muskeln während der Inspiration anschwollen und während der Expiration in Erschlaffung fielen.

Seitdem habe ich an anderen Individuen, die mit Atrophie der Hilfsmuskeln der Inspiration in verschiedenen Graden behaftet waren, und bei denen die Rippenathmung des oberen Brustabschnittes ebenfalls nur durch Wirkung der Intercostales zu erklären war, dieselben Thatsachen unzählige Male in meiner Privatklinik oder in den Hospitälern constatirt.

Noch im Augenblicke, wo ich diese Zeilen schreibe, stehe ich unter dem Eindrucke einer neuen Beobachtung der Art bei einem Individuum, das seit 10 Jahren an progressiver Muskelatrophie leidet und sich augenblicklich im Hôtel Dieu in der Abtheilung meines Freundes, Herrn Vernois, befindet. (Es ist auf den Figuren 79 und 80, p. 469 meines Lehrbuchs der localen Elektrisation abgebildet.) Die Demonstration, die ich bei dieser Gelegenheit in Gegenwart des Herrn Vernois, seiner Schüler und einiger Aerzte, die seine Visite mitmachten, gehalten habe, will ich in Folgendem in wenigen Worten mittheilen. Unser Kranker, bei dem die Muskeln der Oberextremitäten schon seit mehreren Jahren fast gänzlich atrophirt sind, hat ausserdem noch die Trapezii, die Rhomboïdei, die Serrati antici magni, die Latissimi dorsi etwa zu drei Vierteln und theilweise auch die Pectorales verloren. Die Intercostales und der Serratus anticus magnus sind aber glücklicherweise noch intact. Nachdem wir ihn auf das Bett gelegt und die Rückenlage hatten einnehmen lassen, während Brust und Bauch entblösst wurden, merkten wir, dass seine Respiration ruhig und im Zwerchfellstypus geschah, ganz in der normalen Weise, d. h. es wurde bei jeder Inspiration die Regio epigastrica stark aufgetrieben und die Thoraxbasis etwas erweitert, während die beiden oberen Drittel des Thorax unbeweglich blieben. Sobald wir ihn aber zu einer tiefen Inspiration veranlassten, führten seine sämmtlichen Rippen eine beträchtliche Bewegung der Massenerhebung und Erweiterung aus, obgleich er — was nicht zu vergessen ist — die meisten Muskeln verloren hatte, die nach einer grossen Zahl von Physiologen dem costalen Typus der Respiration im oberen Brust-

abschnitt ausschliesslich vorstehen sollen. Seine Intercostalmuskeln, entweder die inneren oder die äusseren oder beide zusammen, waren also die einzigen noch lebenden Muskeln, denen man jene grosse Ausdehnungsbewegung der Brust zuschreiben konnte. Uebrigens hielt ich den groben Beweis dafür unter der Hand: denn jeder der Zeugen dieses Falles konnte seine Finger in die Intercostalräume legen, die hier subcutan waren, und die Mm. intercostales externi eben so wohl als die interni bei der Inspiration anschwellen und hart werden, bei der Expiration in Erschlaffung fallen fühlen. Jeder Einzelne konnte sich leicht davon überzeugen. Die Thatsache bedurfte keiner Commentare, sie bestätigte nur in vollem Umfange die früheren Beobachtungen derselben Art.

Die Ansicht der Physiologen (Vesal, Diemerbroeck, Sabatier und, in diesen letzten Jahren, der Herren Beau, Maissiat und Longet), welche die Intercostales externi und interni als Expirationsmuskeln betrachteten, findet sich sonach durch die soeben mitgetheilten klinischen Thatsachen widerlegt.

Nun könnten aber diejenigen, welche behaupten, dass nur die Intercostales externi Inspirationsmuskeln sind, die Aufhebung des costalen Respirationstypus im oberen Brustumfange ausschliesslich auf die Atrophie der Intercostales externi schieben. Als Antwort würde vielleicht genügen, dass ich durch meine Versuche bewiesen habe, dass die Rippen beim lebenden Menschen unter Einwirkung des elektrischen Reizes eben so wohl durch die Intercostales interni erhoben werden, wie durch die Intercostales externi, wenn dieselben durch Atrophie der sie bedeckenden Muskeln subcutan geworden sind (siehe 609 und 610), dass man bei allen Intercostales sehr deutlich fühlt, wie sie bei der Inspiration anschwellen und bei der Expiration in Erschlaffung fallen, schliesslich, dass diese Thatsachen sonach die mechanische Theorie Hamberger's widerlegten, auf die gestützt sie behaupteten, dass die Erhebung der Rippen durch die Intercostales interni eine physikalische Unmöglichkeit sei.

613. Nichtsdestoweniger will ich die Lösung dieses Problems von den wahren Functionen der Intercostales interni und externi dadurch vervollständigen, dass ich eine andere Reihe klinischer Thatsachen berichte, die die Gegenprobe der vorangehenden sein werden.

Die progressive Muskelatrophie schreitet in ihrem zerstörenden Gange gewöhnlich ziemlich regelmässig vor. Wenn sie die Muskeln des Rumpfes befällt, so wird die oberflächliche Muskellage zuerst ergriffen und zwar in einer gewissen Reihenfolge; dann kommt das

Diaphragma an die Reihe, und endlich gehen die Intercostales zu Grunde; erst dann tritt die Asphyxie ein. Auf diese Weise sah ich die progressive Muskelatrophie ihr Ende nehmen, wenn nicht durch eine intercurrente Krankheit das Ende beschleunigt worden war.

Indessen habe ich auch Fälle beobachtet, bei denen die Intercostales lange Zeit vor dem Diaphragma atrophirt waren. Einen sehr merkwürdigen Fall der Art habe ich 1862 im Hôtel-Dieu Saal der heil. Agnes, Abtheilung Trousseau's, beobachtet. Die Pectorales, die Serrati antici magni, die Latissimi dorsi, die Trapezii waren bei dem Kranken nicht mehr vorhanden, so dass seine Intercostales subcutan geworden waren und ich die Elektroden direct auf diese Muskeln anlegen konnte; aber keiner antwortete auf den elektrischen Reiz, die Brust blieb bei angestrengter Respiration in ihrem oberen Abschnitt unbeweglich, während bei jeder Inspiration die Zwerchfellrippen gehoben und nach aussen entfernt und die Regio epigastrica vorgetrieben wurde. Die Stimmbildung des Kranken war nicht verändert; nur beim schnellen Gehen gerieth er ausser Athem. Da ich gezwungen bin, mich kurz zu fassen, berichte ich keine anderen analogen klinischen Thatsachen. Aus ihnen folgt die gleiche physiologische Lehre, nämlich dass die costale Respiration des oberen Brustabschnittes nur dann aufgehoben ist, wenn alle Intercostales atrophisch oder gelähmt sind, und als Ergänzung zu dem voranstehenden Satze, dass die Intercostales, sowohl die interni als die externi, Inspirationsmuskeln sind.

614. Die voranstehenden Thatsachen finden eine Stütze in einer anderen merkwürdigen Beobachtung, welche beweist, dass die erwähnten Muskeln in ihrer Eigenschaft als Inspiratoren die Erweiterung der Thoraxhöhle durch ihre tonische Kraft unterhalten.

Bei unserem Kranken, bei dem die Intercostales atrophirt waren, war die Brust beträchtlich eingesunken. Thatsächlich hatte er bemerkt, dass seit mehr als einem Jahre, d. h. von dem Augenblicke an, wo er bei starkem Athmen seine Brust weder erweitern noch erheben konnte, seine vorher wohlgestaltete Brust sich mehr und mehr abgeplattet hatte. Und ich constatirte wirklich, dass sich das Brustbein bei ihm der Wirbelsäule stark genähert hatte, und dass der Querdurchmesser seines Thorax bei ihm geringer als in der Norm war. Eine Erklärung für diese Verengerung der Thoraxwände gab mir die beträchtliche Zunahme der Schiefstellung der Rippen und die Verengerung der Zwischenrippenräume. Bekanntlich nämlich entfernen sich alle Rippen, die sich erheben, zugleich nach aussen, und je mehr sich ihre Richtung von der verticalen

entfernt, desto mehr wird das Brustbein nach vorn und oben getrieben, und dies geschieht um so stärker, einen je weiter unten liegenden Abschnitt man betrachtet. Ich brauche wohl nicht ausführlich zu erörtern, dass das Gegentheil geschehen muss, wenn die Rippen gesenkt werden, und dass folglich die Capacität der Thoraxhöhle desto geringer wird, je mehr die Richtung der Rippen sich der verticalen nähert.

Die so eben berichteten Erscheinungen habe ich bei allen Individuen gefunden, bei denen die Intercostales atrophirt waren, ja noch mehr, ich hatte Gelegenheit, die Verengerung des Thorax entstehen und mit der Atrophie der Interossei gleichen Schritt halten zu sehen.

Aus der Gesammtheit der vorstehenden Thatsachen ergiebt sich also, dass sich, sobald die tonische Kraft der Intercostales nicht mehr besteht, die Thoraxwände progressiv abflachen, und dass sich die Thoraxhöhle in einem Verhältniss, das von dem Grade der Läsion dieser Muskeln abhängt, verengert. Mit anderen Worten, die tonische Kraft der Intercostales wirkt antagonistisch oder beschränkend gegen die Kräfte, welche die Brust zu verengern streben (die tonische Kraft der Expiratoren, die Elasticität der Lungen, der Rippen und der Rippenknorpel, die tonische Kraft der Muskelfasern der Bronchien).

Wenn man behaupten wollte, dass die beiden Arten von Intercostalmuskeln in dieser Beziehung entgegengesetzte Functionen haben können, so wäre dies sehr unwahrscheinlich, denn dann würde die tonische Kraft der einen durch die antagonistische Kraft der anderen neutralisirt werden.

Wenn man also das Zustandekommen der Thoraxverengerung in Folge von Atrophie der Intercostales erklären will, so muss man annehmen, dass die tonische Kraft der Intercostales interni und externi in derselben Richtung auf die Rippen wirkt, d. h. dass sie als Heber der Rippen und Erweiterer der Brust wirken, oder mit anderen Worten, dass sie sämmtlich Inspirationsmuskeln sind.

615. Der klinischen Beobachtung war es vorbehalten, der Ansicht zum Siege zu verhelfen, welche den Intercostales interni und externi eine inspiratorische Wirkung zuertheilt, eine Ansicht, die ungefähr ein Jahrhundert lang von Fabricius ab Aquapendente bis auf Hamberger in der Wissenschaft geherrscht, und die so viele berühmte Männer (Borelli, Albinus, Winslow, Sénac, Boerhave und Haller) zu Vertheidigern hatte und vorher zum Theil von Galen vertreten worden war, welcher nur den unteren Intercostales eine expiratorische Wirkung zuschrieb.

Da dies ein Factum ist, das sich aus den oben berichteten exacten und authentischen klinischen Beobachtungen ergiebt, so müsste es trotz aller entgegenstehenden Theorien seine Geltung haben; es könnte nicht unter dem Vorwande zurückgewiesen werden, dass es sich jeglicher Erklärung entziehe. Ich habe nicht etwa nöthig, dass man mir diese Concession macht, um dennoch der Ansicht Hambergers und seiner Anhänger entgegen zu behaupten, dass die Intercostales interni ebenso gut Inspirationsmuskeln sind, wie die Intercostales externi. Für mich ist die physiologische Thatsache, welche durch die klinische Beobachtung erwiesen wird, auch vollkommen auf mechanischem Wege erklärlich. Es ist nämlich unbestreitbar, dass wenn zur Zeit der Contraction eines Intercostalmuskels die obere Rippe fixirt wird, nothwendiger Weise die untere Rippe sich erheben und dass sie unter den entgegengesetzten Bedingungen gesenkt werden wird. Was ich von einer Rippe sagte, ist auf alle Rippen anwendbar, da sich alle Intercostalmuskeln zugleich contrahiren.

Die Erörterung, in die ich mich hier über den Mechanismus der von den Intercostales bewirkten Inspirationsbewegungen einlasse, lehnte sich früher hauptsächlich an die Frage des festen Punktes der Muskeln an. Zuerst hatte Winslow*) mit Recht ausgesprochen, dass die Unbeweglichkeit der ersten Rippe im Allgemeinen allen anderen Rippen als fester Punkt diente, und dass jede Rippe im Besonderen für die Bewegung der folgenden Rippe als fester Punkt diene. Die Ansicht Winslows war von Haller mit grossem Talent durch Vivisectionen unterstützt worden.

Wie man gesehen hat, haben die elektrophysiologischen Versuche, die ich partiell an den Intercostalmuskeln des lebenden Menschen angestellt habe, die Meinung Winslows und Hallers nur bestätigt, denn sie zeigten, dass die Intercostalmuskeln die unteren Rippen selbst dann heben können, wenn man sie isolirt zur Contraction bringt. Wenn es mir möglich gewesen wäre, alle Intercostales zugleich in Contraction zu versetzen, was ich übrigens nächstens an Thieren auszuführen hoffe, so wäre diese Hebung und Erweiterungsbewegung der Rippen wahrscheinlich weit mächtiger und weit besser sichtbar gewesen. Uebrigens haben die klinischen Beobachtungen, wobei die Intercostales die einzigen noch lebenden Muskeln waren, gezeigt, dass dabei die costale Inspiration dennoch in vollständiger Weise geschieht. (s. 609).

---

*) Traité des muscles Nr. 1160 p. 440, Paris 1732.

616. Die Intercostalmuskeln begegnen aber während der natürlichen costalen Inspiration des oberen Brustabschnittes an ihrer oberen Anheftung nicht bloss einem festen Punkte, sondern ausserdem einer ziemlich starken Hebebewegung der ersten und zweiten Rippe durch Contraction der Scaleni und des Sternokleidomastoïdeus, und diese theilt sich den unterhalb befindlichen Rippen von Rippe zu Rippe mit. Wie gross der Umfang und die Kraft dieser Hebebewegung selbst bei isolirter Wirkung der genannten Muskeln ist, wird die klinische Beobachtung bald erweisen (s. 628). Wer Zeuge derartiger Beobachtungen gewesen ist, wird die Möglichkeit einer Senkung der Rippen durch die Intercostales interni während der costalen Athmung des oberen Brustabschnittes, wobei die Scaleni und der Sternokleidomastoïdeus mitwirken, sicher niemals zugeben.

617. Welchen Werth hat im Angesicht dieser klinischen Thatsachen die Argumentation von Hamberger? Wie man sich erinnert, hat dieser Physiologe einen Apparat construirt, vermittelst dessen er zeigte, dass die Intercostales interni während der Hebung der Rippen verlängert wurden; er schloss daraus, dass sie bei der Hebung der Rippen nicht mitwirken könnten, weil die Muskeln sich dann verkürzen müssten. Ich werde beweisen, dass diese Begründung nur dem Scheine nach einen Werth beanspruchen kann.

Haller hatte ihm geantwortet, dass die Fäden an seinem Apparate an gleich beweglichen Hebelarmen angebracht waren, was bei den Rippen nicht der Fall ist. Darauf hatte er einer frischen Menschenleiche den Brustkorb blossgelegt und Fäden in der Richtung der Intercostales interni an demselben angebracht. Indem er dann in senkrechter Richtung auf die Fäden einen Zug übte, so dass er ihre Anheftungspunkte einander näherte, hatte er gezeigt, dass nur die untere Rippe ihre Lage änderte und in die Höhe stieg. — Man erinnert sich, dass die elektrische Reizung des Intercostalis internus beim lebenden Menschen in gleicher Weise die Erhebung der unteren Rippen bewirkte.

Haller wollte seinen hartnäckigen Gegner noch mit Hilfe von Vivisectionen schlagen. Um die Wirkung der Intercostales an lebenden Thieren möglichst zu steigern, durchschnitt er das Diaphragma und liess Luft in ihre Pleura eindringen. Da ihm die partielle Ausschneidung der Intercostales externi die Möglichkeit gewährte, die Intercostales interni in Thätigkeit zu sehen, so sah

er sie unter diesen Verhältnissen während der Inspirationsanstrengungen „corrugari, perpendiculares reddi, indurescere" *).

Es machte mir unaussprechliche Freude, als ich die Beweisführung unseres berühmten Haller sowohl durch die elektromuskuläre Versuchsweise als durch die klinische Beobachtung bestätigen konnte.

618. Seine Beweisführung hätte seinen Gegner noch vollständiger widerlegt, wenn er hinzugefügt hätte, dass der Umstand, dass die Ansatzpunkte der Intercostales interni sich bei der Erhebung nicht nähern, durchaus noch nicht zu dem Schlusse berechtigt, dass sie bei dieser Erhebung nicht mitwirken können. Auf dem Wege der klinischen Beobachtung habe ich nämlich nachgewiesen, dass es bei gewissen Muskeln nöthig ist, dass sie in eine gewisse Verlängerung gebracht werden, um kräftig zu wirken. So haben z. B. die Beugemuskeln der Finger an der Hand nur dann eine gewisse Kraft, wenn sie durch die Strecker der Hand unter Aufrichtung der Faust verlängert worden sind. Wenn diese letzteren Muskeln gelähmt werden, so geschieht die Beugung der Finger, wie man sich erinnert, nur noch mit geringer Kraft (s. 158, 178 u. 179). In derselben Weise also wie die Verlängerung der Flexores digitorum, die sich bei der Ausübung ihrer Function vollzieht, für die Kraft ihrer Wirkung nothwendig ist, ebenso verstärkt die Verlängerung der Intercostales interni während der Hebung der Rippen die Kraft dieser Muskeln als Inspiratoren.

619. Ich will jetzt den Beweis führen, dass die Intercostales interni und externi ihre Bestimmung, die Inspiration zu bewirken, gewissen anatomischen Einrichtungen verdanken.

Die Muskeln sind nämlich so beschaffen, dass sie während ihrer Contraction zu den Knochen oder Hebelarmen, die sie in Bewegung setzen, eine mehr senkrechte Richtung einnehmen. Der augenscheinliche Zweck dieses anatomischen Verhaltens ist, ihre Kraft in geradem Verhältniss zu dem Grade der Bewegung des Hebels, auf den sie wirken, zu steigern. Nun nehmen aber die Intercostales zu den Rippen nur während ihrer Erhebung eine senkrechtere Richtung an. Schon diese Thatsache allein scheint mir zu beweisen, dass die Natur die Muskeln zur Inspiration bestimmt hat. Wenn die Intercostales wirklich die Expiration hätten bewirken müssen, so hätte die Natur, um ihre expiratorische Kraft zu steigern, nicht versäumt, ihnen eine solche Richtung zu geben, dass sie sich während der Senkung der Rippen senkrecht zu ihnen gestellt hätten.

*) Elementa physiologica corporis humani III lib. VII p. 42.

620. Die schiefe und dabei entgegengesetzte Richtung der Intercostales interni und externi in der Muskelruhe zeigt an, dass sie sich immer synergisch contrahiren müssen.

Nehmen wir nämlich an, dass die genannten Muskeln dieselbe Richtung hätten, dass z. B. die Intercostales externi eine Richtung schief von hinten und unten nach vorn und oben hätten, wie die Intercostales interni, so würde ohne Zweifel im Augenblick der gleichzeitigen Contraction aller dieser Muskeln jede Rippe nach vorn und oben gegen die zunächst darüber liegende Rippe gezogen worden sein. Aus diesem Grunde kreuzen sich die Muskeln in Form eines X, so dass ihre schiefe Richtung durch ihre gleichzeitige Contraction aufgehoben wird und die Resultante ihrer combinirten Kräfte gerade nach oben wirkt.

Soll ich sagen, was geschehen wäre, wenn die Intercostales externi wirklich Inspirationsmuskeln und die interni Expirationsmuskeln gewesen wären, wenn sich mit anderen Worten die beiden Muskelschichten, die sie bilden, unabhängig von einander contrahirt hätten? Bei der Inspiration hätten sich die Rippen von unten und hinten nach oben und vorn in einander geschoben, und das Entgegengesetzte hätte bei der Expiration stattgefunden. Diese Behauptung ist nicht nur hypothetisch, denn an einem frischen Brustkorb kann jeder constatiren, dass die Biegsamkeit der Rippen und besonders ihrer Knorpel oft leicht gestattet, dass sich eine Rippe über die oberhalb befindliche verschiebt, wenn man in der Richtung der Intercostales interni oder der Intercostales externi schief von unten nach oben an ihr zieht.

Wenn ich mich übrigens richtig erinnere, so muss früher oder später die klinische Beobachtung das bestätigen, was ich hier sage.

Im Laufe des Jahres 1860 stellte sich in meiner Privatklinik ein Individuum vor mit fleischloser Brust und atrophischen Gliedmassen. Es litt an progressiver Muskelatrophie. Seit 9 Monaten konnte der Patient beim Gehen nur schwer athmen; sein Diaphragma functionirte besonders auf der rechten Seite nur schlecht; demzufolge war seine Rippenathmung krankhaft gesteigert. Da die Hilfsmuskeln der Inspiration fast gänzlich verschwunden waren, so wurde die costale Athmung seines oberen Brustabschnittes augenscheinlich von den Intercostales bewirkt, die man übrigens während der Inspiration durch die nur dünne Haut hindurch unter den auf die Intercostalräume gelegten Fingern anschwellen fühlte.

Bei diesem Kranken beobachtete ich das folgende merkwürdige Factum, auf das ich die Aufmerksamkeit lenken möchte. Während

seiner costalen Inspiration begaben sich die fünfte, sechste und siebente Rippe auf der rechten Seite in schiefer Richtung etwas nach hinten und oben. Diese partielle Bewegung der Rippen contrastirte mit der geraden Erhebung der anderen Rippen.

Ich notirte damals die sonderbare Erscheinung, ohne sie, wie ich gestehe, zu begreifen. Ist aber nach den Vorstellungen, die wir heute besitzen, nicht die Annahme gerechtfertigt, dass die progressive Muskelatrophie, die, wie ich gezeigt habe, launenhaft und unregelmässig weiter schreitet, bei diesem Kranken die Intercostales interni derjenigen Rippen zerstört haben konnte, deren Erhebung während der Inspiration durch isolirte Wirkung der entsprechenden Intercostales externi in schiefer Richtung von vorn nach hinten geschah; das ist wenigstens die einzige Art, jene Erscheinung zu erklären. — Ich beeile mich jedoch zu sagen, dass man dieser Beobachtung keinen übertriebenen Werth beimessen möge, da der Beweis für die Richtigkeit der davon gegebenen Erklärung nur durch die Leichenuntersuchung hätte gegeben werden können.

Alles in Allem war es nöthig, dass die Intercostales in der Ruhe eine schiefe Richtung hatten, damit sie im Augenblicke, wo sie die Rippen erhoben, senkrecht zu denselben werden konnten; während der Inspiration wird die schiefe Wirkung, die sie einzeln auf die Rippen üben, durch ihre Kreuzung und ihre gleichzeitige Contraction neutralisirt, und die Resultante ihrer combinirten Wirkung steht immer senkrecht auf den Rippen, zu deren Erhebung sie dienen.

621. Die Individuen, bei denen die Hilfsmuskeln der Inspiration atrophisch sind, scheinen weder bei der Respiration noch bei der Phonation eine Störung zu empfinden; die Stimme, das laute Rufen schien mir bei ihnen nicht erheblich an Kraft verloren zu haben.

Nicht ebenso verhält es sich, wenn ihre Intercostales gelähmt oder atrophirt sind. Galen berichtet, dass er bei seinen Vivisectionen eine Ligatur um sämmtliche Nervi intercostales gelegt, und dass Gehilfen in genügender Anzahl gleichzeitig alle Ligaturen zugezogen hätten; dann wäre die Stimmbildung sofort erloschen, obgleich die Zwerchfellathmung in normaler Weise fortging*) Er rieth, besonders an Schweinen zu experimentiren, wie er in seinen Vorlesungen häufig that, weil diese Thiere sehr stark

*) Expositiones anatomicae lib. V, cap. III.

quietschen und desshalb die Störung der Phonation in Folge der Massenligatur der Nervi intercostales deutlicher hervortrete.

Diesen vollständigen Verlust der Stimme habe ich bei den Individuen, denen die Intercostales gelähmt oder atrophisch waren, nicht beobachtet; nur geschah das Singen bei ihnen mit etwas geringerer Kraft, und auch das Rufen war in einer ganz besonderen Weise abgeschwächt. Ich will nicht versuchen, den Widerspruch, der so zwischen den Vivisectionen Galens und meinen klinischen Beobachtungen gewissermassen besteht, aufzuklären und beschränke mich darauf, zu sagen, dass man sich nicht übereilen soll, aus Versuchen, die ausschliesslich an Thieren angestellt sind, Schlüsse zu ziehen; ferner mache ich darauf aufmerksam, dass die Art und Weise der Athmung bei den Schweinen und auch den Hunden nicht dieselbe ist, wie beim Menschen.

622. Die im Vorstehenden dargelegten klinischen Thatsachen haben gezeigt, dass der Nutzen der Intercostales mit dem nicht zu vergleichen ist, den das Diaphragma leistet, und dass die Physiologen Recht haben, wenn sie das letztere als den Inspirationsmuskel par excellence betrachten.

Wie man sich nämlich erinnert, empfanden die Individuen, deren Intercostales atrophirt oder gelähmt waren, bei der Athmung keine erheblichen Beschwerden, während nach dem Verlust der Diaphragmawirkung die Athmung schwierig wurde, die Sättigung des Blutes mit Sauerstoff unvollständig war und durch die leiseste Bronchitis das Leben in Gefahr gerieth (s. 604). Nichts desto weniger wird man nicht verkennen, dass sich unter solchen Umständen die Intercostales sehr nützlich erweisen, denn sie können das Diaphragma bis zu einem gewissen Punkte vertreten und das Leben lange genug erhalten, um eine Behandlung der Zwerchfelllähmung zu ermöglichen. Wenn aber ihre Wirkung verloren gegangen ist und das Diaphragma beginnt, von der Atrophie ergriffen zu werden, so ist das Leben des Kranken, selbst ehe dieser Muskel vollständig zerstört ist, unaufhörlich bedroht. Dies habe ich mehrere Male beobachtet, besonders bei einem Kranken Namens Leconte, dessen Geschichte durch die Leichenuntersuchung, die Cruveilhier gemacht hat, berühmt geworden ist.

DRITTER ARTIKEL.

Hilfmuskeln der Inspiration.

623. Als ich festzustellen hatte, dass die Intercostales nothwendiger Weise die costale Inspiration des oberen Brustabschnittes besorgen, musste ich vorher beweisen, dass die costale Athmung des oberen Brustabschnittes trotz der Zerstörung der anderen Muskeln, die nach den Autoren ebenfalls bei der Inspiration mitwirken, dennoch ohne merkliche Störung stattfand. Diese letzteren Muskeln stehen also hinter den Intercostales zurück und spielen bei der Inspiration nur eine sehr secundäre Rolle. Da zu ihrer Bezeichnung ein Ausdruck nöthig ist, der sie von den wesentlichen Inspirationsmuskeln (dem Zwerchfell und den Intercostales) unterscheidet, so werde ich sie Hilfsmuskeln der Inspiration nennen.

Einige von den Hilfsmuskeln der Inspiration stehen zu dem Acte der costalen Inspiration des oberen Brustabschnittes in inniger Beziehung; es sind: der Scalenus anticus und posticus, der Sternokleido-mastoïdeus, die Clavicularportion des Trapezius, der Pectoralis minor, der Subclavius, die Supracostales, der Serratus posticus minor und major. Dem physiologischen Studium dieser Muskeln ist der vorliegende Artikel hauptsächlich gewidmet.

Andere Hilfsmuskeln der Inspiration nehmen an der costalen Inspiration des oberen Brustabschnittes in nicht so directer Weise Theil; es sind: der Trapezius, der Serratus anticus magnus, der Rhomboïdeus, der Pectoralis major und Latissimus dorsi. Die Ergebnisse meiner Untersuchungen über die inspiratorische Wirkung des Serratus anticus magnus und des Rhomboïdeus (s. 49 u. 50), ferner des Pectoralis major und der Clavicularportion des Trapezius (s. 19) habe ich in dem Capitel, das von den die Schulter gegen den Rumpf und den Arm gegen die Schulter bewegenden Muskeln handelt, dargelegt; ich brauche also darauf nicht mehr zurückzukommen.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

I. Scaleni. — Wenn man zu dem Zwecke, das Zwerchfell in Contraction zu versetzen, die Nervi phrenici faradisirt, so werden

von den in der Gegend der Scaleni antici angelegten Elektroden unvermeidlich ausser den Nervi phrenici auch die genannten Muskeln gereizt; ist der Strom mässig, so constatirt man, dass nur die dem Diaphragma eigene Inspirationsbewegung bewirkt wird; bei einem sehr kräftigen Strome jedoch manifestirt sich die Wirkung der Scaleni antici durch eine sehr beschränkte Massenerhebung der ersten Rippe und des Brustbeines.

Wegen der Lage des Plexus brachialis, der den Scalenus posticus zum Theil verdeckt, ist es mir nicht möglich gewesen, die Einwirkung des letzteren Muskels auf die Rippen, an denen er sich inserirt, vermittelst der Faradisation zu studiren.

II. Sternokleidomastoïdeus. — Wenn man beide Sternokleidomastoïdei zusammen in Contraction versetzt, so wird der Kopf stark nach vorn geneigt, sobald er nicht zur Zeit des Experimentes sehr nach hinten übergebogen steht.

In letzterer Stellung zeigt er die Tendenz, sich bei der Contraction der genannten Muskeln noch stärker zurückzubeugen.

Wird der Kopf fest in seiner Lage erhalten, während man die Sternokleidomastoïdei zu kräftiger Contraction bringt, so führen die Thoraxwände eine Hebebewegung aus, die besonders vorn und im oberen Theile merklich ist, wenn sie auch nur einen gewissen Umfang hat.

III. Pectoralis minor. — Bei Individuen, deren Pectoralis major atrophirt war, konnte ich den Pectoralis minor direct faradisiren. Wurde das Experiment in Muskelruhe gemacht, so wurde der Schulterstumpf kräftig herabgedrückt; wenn die Schulter in der Höhe, in der sie sich befand, festgehalten wurde, so wurde bei starker Reizung des Pectoralis minor den Rippen, an denen der Muskel sich inserirt, eine sehr merkliche, wenn auch beschränkte Bewegung von unten nach oben ertheilt.

IV. Subclavius, Serratus posticus minor und jor und Supra-costales. — Diese Muskeln habe ich noch ıt Gelegenheit gehabt, in der Weise zu faradisiren, dass ich ihre .zelwirkung hätte untersuchen können.

B. Bemerkungen.

624. Es ist schwer begreiflich, wie Anatomen (unter Anderen Winslow*) die Mitwirkung der Scaleni bei der Inspiration in Zweifel ziehen konnten, da doch Jedermann die Contraction dieser Muskeln und besonders des Scalenus anticus während der costalen Inspiration des oberen Brustabschnittes sehen und fühlen kann.

Wenn ich bei der costalen Respiration des oberen Brustabschnittes meine Finger auf die Scaleni legte, so habe ich ihre Contraction bei jeder Inspirationsbewegung des Thorax immer deutlich wahrgenommen. Es ist dieselbe Erscheinung, welche Magendie**) unangemessen mit dem Namen Pulsus respiratorius bezeichnet hat.

Noch mehr, bei einer Frau von äusserster Magerkeit, bei der ein Sternokleidomastoïdeus atrophirt war, sah ich schon während der gewöhnlichen Respiration die Scaleni bei jeder Inspiration anschwellen und spürte sie auch beim Zufühlen hart werden. — Bekanntlich hat die gewöhnliche Respiration im oberen Brustabschnitt bei den Frauen den costalen Typus, wegen der Compression, die das Corset auf den unteren Theil ihrer Brust übt.

625. Wie soll man ferner erklären, dass ein anderes Factum, welches bei der costalen Respiration des oberen Brustabschnittes ebenso sehr in's Auge fällt, von Niemandem anders als Haller***) angegeben worden ist: die Contraction des Sternokleidomastoïdeus. Ohne Zweifel hat die Thatsache nicht unbemerkt bleiben können; man wird sie aber nicht anerkannt haben, weil man wahrscheinlich nicht begriff, wie seine Mitwirkung für die Inspiration von Nutzen sein könnte. Da die obere Anheftungsstelle dieses Muskels in der That sehr beweglich und er ein kräftiger Beuger des Kopfes ist, besonders wenn er sich mit seinem Namensgefährten der entgegengesetzten Seite associirt, so war beim ersten Anblick ein Zweifel erlaubt, ob er wirklich im Stande wäre, auf den oberen Theil des Thorax eine Wirkung auszuüben.

Zuerst hatte also Haller angegeben, dass der Sternokleïdomastoïdeus ein Inspirationsmuskel wäre; es blieb aber noch zu beweisen, dass der Muskel im Stande ist, die Brust zu erheben. Wie man im Vorstehenden gesehen hat, hat sich bei elektrischer Versuchsweise herausgestellt, dass er hauptsächlich durch seine Wirkung auf das Brustbein und das Schlüsselbein diese Bewegung

*) Traité des muscles Nr. 1152 p. 339.

**) Magendie, Élements de physiologie t, II. p. 323.

***) Elementa physiol. III. p, 51: Omittunt hanc mastoïdeorum musculorum effecaciam clari viri, quotquot nunc memini me legisse, omnes.

bedingt; den Grad seiner Kraft als Inspirationsmuskel werden wir bald durch die klinische Beobachtung kennen lernen (s. 628).

626. Durch klinische Thatsachen habe ich nachgewiesen. (s. S. 5), dass die Clavicularportion des Trapezius wesentlich ein Inspirationsmuskel ist.

Man begreift aber, dass die Schultererhebung, die von dieser Portion des Trapezius bedingt wird, auf den Thorax nur unter Beihilfe derjenigen Muskeln, die von dem Schulterblatt oder dem Schlüsselbein zu den Rippen gehen, eine Wirkung üben kann, diese Muskeln sind der Pectoralis minor und subclavius. Ich constatirte dies an Individuen, bei denen der Pectoralis minor in Folge von Atrophie des Pectoralis major subcutan geworden war. Fasste ich den Muskel zwischen meine Finger, während der Patient im oberen Rippengebiete starke Inspirationsanstrengungen machte, so fühlte ich ihn anschwellen. Dieser Zustand der Anschwellung und Spannung des Pectoralis minor konnte nicht von der Verlängerung herrühren, die er bei der Hebung der Schulter erfuhr, denn wenn ich die letztere dadurch, dass ich auf sie drückte, gesenkt erhielt, so fühlte ich den Muskel sich dennoch noch während der Inspiration des oberen Rippengebietes contrahiren. Uebrigens habe ich die Anschwellung des Pectoralis minor während derselben Inspiration auch beobachtet, trotzdem auch die Schulterheber ebenso atrophirt waren wie der Pectoralis major. Die Atrophie dieses letzteren Muskels gestattet, die Finger direct auf den Subclavius zu legen, der dann subcutan ist. Auch den Subclavius fühlte ich also in diesen Fällen, ebenso wie den Pectoralis minor, während der Inspiration des oberen Rippengebietes direct anschwellen und hart werden.

627. Obgleich es mir nicht möglich gewesen ist, die Wirkung des Serratus posticus major und minor oder der Supracostales zu beobachten, so betrachte ich sie doch nach ihrem anatomischen Verhalten als Muskeln, die der costalen Inspiration vorstehen. Ich glaube, dass sie bei der Inspiration des oberen Rippengebietes unter denselben Umständen wie die Scaleni und die Sternokleidomastoïdei mitwirken.

§ II. Pathologische Physiologie.

628. Die klinische Beobachtung beweist, dass die inspiratorische raft des Sternokleidomastoïdeus gross genug ist, um zu einer

Respiration hinzureichen, die zwar sehr unvollständig ist, aber doch die Asphyxie verhindern kann. Dies ergiebt sich aus der Beobachtung, die ich mit den Einzelheiten, die ich zum Theil der Güte meines Freundes, des Hospitalarztes Dumont Pallier, verdanke, im Folgenden mittheilen will:

Der achtzehnjährige Student an der polnischen Schule, Herr Siekoutowski, vorher gesund, trat in das Krankenhaus dieser Schule am 7. April 1862 unter Klagen über allgemeine Schwäche der Arme und Beine und eine starke Erschwerung des Athmens. Er gab an, dass er im Januar desselben Jahres beim Turnen auf den Rücken gefallen wäre, dass er lebhafte Schmerzen am Halse gespürt hätte und diese Schmerzen von Zeit zu Zeit wiedergekehrt wären, er hätte ihnen aber keine Beachtung geschenkt. — Am 9. April konnte der Kranke nicht mehr aufrecht stehen; das Taubheitsgefühl an Armen und Beinen war sehr stark und die Respiration noch mehr beeinträchtigt. — Am 10. April geschahen die Bewegungen der Beine nur äusserst schwierig, die Sensibilität des ganzen Körpers war krankhaft gesteigert, und wenn man die Haut der Beine oder des Abdomens kniff, so erfolgten Reflexbewegungen. Gleichzeitig beobachtete man eine gesteigerte Empfindlichkeit am Nacken, aber ohne Anschwellung: 12 Blutegel an den Nacken. — Den 11. April Schmerz am Nacken lebhafter, Verstopfung; der Kranke hatte am Abend einen tetanischen Anfall, der eine halbe Stunde dauerte; die Kopfbewegungen waren sehr schmerzhaft: 12 Blutegel, Abführmittel, Calomel, Quecksilbereinreibungen längs der Rückenwirbelsäule. — Am 13. April bestanden noch die Reflexbewegungen, bisweilen Subsultus tendinum; die Sensibilität war am ganzen Körper bis zum oberen Theil der Brust erloschen; beim Kneifen fühlte er nichts. Der Patient war verstopft und liess den Urin unwillkürlich gehen: grosses Vesicatorium im Nacken. — Am 14. April hatte der Kranke am Abend einen neuen tetanischen Anfall von halbstündiger Dauer; Steifigkeit des ganzen Körpers, Respiration sehr schwierig; Incontinentia urinae: Calomel. — Am 16. April ein gleichartiger tetanischer Anfall am Abend. — Am 17. April wurde der Kranke etwas ruhiger, aber die Reflexbewegungen wurden schwächer. In diesem Zustande blieb er bis zum 2. Juli, dem Tage seiner Aufnahme im Hôtel-Dieu, Saal der heil. Agnes, Abtheilung Trousseau's, wohin er von Herrn Dr. Galinzowski geschickt worden war, der auch die hier mitgetheilten Antecedentien berichtet hat.

Ich wohnte der Visite des Herrn Trousseau bei, als der

Kranke zum ersten Male untersucht wurde. Kurz gefasst, constatirte ich damals folgendes: Das ganze animale Muskelsystem des Rumpfes, der oberen und unteren Gliedmassen, war gelähmt. In ihrem Bereiche war die Haut- und Muskelsensibilität erloschen, die Muskeln hatten jedoch überall die elektrische Erregbarkeit bewahrt. Beim Kneifen der Haut an den Unter- und Oberschenkeln erfolgten einige schwache Reflexcontractionen. Die Muskeln des Gesichts, des Kopfes, der Zunge, des Gaumensegels, des Kehlkopfes, hatten ihre physiologische Thätigkeit bewahrt. In der Cervicalgegend hatte die Lähmung nur die respiratorische Wirkung der Sternokleidomastoïdei und eine geringe Wirkung der Clavicularportionen der Trapezii verschont gelassen. Man beobachtete nämlich folgendes:

Der Kranke befand sich in Rückenlage, sein Kopf wurde vermittelst eines unter seinen Hals geschobenen Kissens stark nach hinten übergebeugt gehalten. — Diese Kopfstellung war für seine Athmung nothwendig, die unterbrochen wurde, sobald man ihn nur wenig nach vorn neigte. — Bei jeder Inspirationsbewegung contrahirten sich die Sternokleidomastoïdei mit äusserster Energie; die Clavicularportionen der Trapezii contrahirten sich nur schwach und unvollständig, ohne eine Erhebung der Schultern zu bewirken; keiner von den anderen Inspirationsmuskeln trat in Thätigkeit, denn die Zeichen der Zwerchfellathmung oder einer vollständigen Rippenathmung im oberen Brustgebiet fehlten, und durch das Gefühl konnte ich constatiren, dass die Hilfsmuskeln der Inspiration (die Scaleni, Pectorales, Serrati antici magni etc.), in vollständiger Erschlaffung verharrten. Während der Inspirationsbewegungen wurde das Brustbein ungefähr um 2,5—3 cm gehoben und die Sternalrippen dadurch mitgezogen: gleichzeitig wurde es nach vorn geführt und zwar um so mehr, je weiter unten man es betrachtete. Das Ergebniss war eine Vergrösserung des von vorn nach hinten gehenden Durchmessers der Brust, unten ausgesprochener als oben, und ohne merkliche Zunahme ihres queren Durchmessers.

Augenscheinlich nahm die Thoraxcapacität während der Inspirationsbewegungen weit weniger zu, als bei der Inspiration des oberen Rippengebietes, die man in Folge von Zwerchfelllähmung beobachtet. Demgemäss war die Sauerstoffaufnahme des Blutes ungenügend; die Lippen und das Gesicht waren cyanotisch, die Respiration frequent und die Inspiration länger als die Expiration, welche stossweise erfolgte.

Trotz des halb asphyktischen Zustandes durch die ungenügende Erweiterung der Thoraxwände lebte unser junger Kranker noch mehrere Wochen, immer nur mit den Sternokleidomastoïdeis athmend; seine Intelligenz war intact; er antwortete auf alle Fragen, die man an ihn richtete, aber seine Stimmbildung war wegen der ungenügenden Athmung schwach und für ihn ermüdend. Er hatte kein Fieber, der Appetit war geblieben, die Verdauung war regelmässig, obgleich Urin und Stuhlgang unwillkürlich abgingen. Ein Decubitus, der am Sacrum aufgetreten war, begrenzte sich, und die bloss gelegten Theile bedeckten sich mit frischen Granulationen, als am 23. August Gehirnerscheinungen hinzutraten: Ungleichheit und Erweiterung der Pupillen, Seufzen wie bei Gehirnleiden, Zähneknirschen, Taches cérébrales an der Haut; Puls langsam, regelmässig; convulsivische Stösse in den Armen, Contractur der Sternokleidomastoïdeen, torpider Zustand; der Kranke antwortete nicht mehr auf Fragen und starb am 23. August Abends.

Bei der Autopsie fand man nach vorn vom Rückenmark, ausserhalb der Rückenmarkshäute, auf der Rückseite des Körpers des zweiten und dritten Halswirbels eine weissliche Masse von 13 cm Höhe, ziemlich ähnlich einem erweichten Tuberkel. Das Rückenmark an dieser Stelle ebenfalls in der Ausdehnung von ungefähr 4 cm erweicht und graulich verfärbt. Grosshirn und Kleinhirn normal. Tuberkelablagerungen im Mediastinum.

629. Aus meinen Versuchen hatte sich ergeben, dass die Kraft der elektromuskulären, durch den elektrischen Reiz hervorgerufenen Contraction der Kraft der willkürlichen oder instinctmässigen Contraction nicht gleichkommen kann; die Beobachtung, die ich soeben mitgetheilt habe, ist ein Beispiel der Art, da ich, wie schon gesagt, (s. S. 528) bei noch so starkem Strome durch Faradisation der Sternokleidomastoïdei nur eine ziemlich beschränkte Hebebewegung des Brustbeines und des oberen Theiles des Brustkorbes erhalten konnte.

630. Ein Versuch, den ich an dem Kranken, von dem soeben die Rede war, angestellt habe, scheint mir zu beweisen, dass das Athembedürfniss schon ziemlich stark sein muss, um eine solche instinctmässige Contraction des Sternokleidomastoïdeus zu bewirken.

Zu dem Zwecke, die Sättigung des Blutes mit Sauerstoff zu vervollständigen, hatte ich Herrn Trousseau vorgeschlagen, in Nachahmung der natürlichen Respiration das Diaphragma des

Individuums durch Faradisation seiner Nervi phrenici zur Contraction zu bringen. Sobald diese künstliche Athmung ausgeführt wurde, verschwand augenblicklich die Cyanose, und der Kranke empfand ein grosses Wohlbefinden. Sie wurde eine Stunde lang fortgesetzt, und, von Zeit zu Zeit durch den dirigirenden Arzt wiederholt, trug sie ohne Zweifel dazu bei, das Leben des Patienten zu verlängern. Sobald sie aber unterbrochen wurde, verloren die Lippen in einigen Secunden ihre rosige Färbung und wurden allmählich violett und bläulich; nach etwa 10 Secunden begannen die Sternokleidomastoïdei wieder sich zu contrahiren, zuerst nur schwach und ohne eine Erhebung des Brustbeines zu bewirken, bald nachher aber kräftig. rascher und fast convulsivisch, wenn der halb asphyktische Zustand einen gewissen Grad erreicht hatte.

631. Der Sternokleidomastoïdeus kann nur dann als Inspirationsmuskel auf die Brust wirken, wenn der Kopf fest in Streckung gegen den Rumpf erhalten wird. Bei diesem Kranken nun aber, bei dem die Streckmuskeln des Kopfes gelähmt waren, hätten die Sternokleidomastoïdei, welche den Kopf kräftig beugen, die Hebung des Brustbeines und des oberen Theiles des Thorax, d. h. die Inspirationsbewegungen nicht bewirken können, wenn sie nicht das Vermögen, den Kopf zu beugen, dadurch verloren hätten, dass derselbe in starker Rückwärtsbeugung stand, die Stellung, in der, wie man sich erinnert, der Kopf gelagert werden musste, damit die Respiration möglich wurde. In dieser Stellung kann man aber durch Faradisation der Sternokleidomastoïdei eine Beugung des Kopfes nicht erzielen (s. S. 528), also auch hier bekräftigt die klinische Beobachtung eine Thatsache, die auf dem Wege des Experimentes ermittelt worden war.

632. Da aber, wenn die Sternokleidomastoïdei normaler Weise zur Inspiration des oberen Rippengebietes beitragen, der Kopf nicht oder nur sehr wenig zurückgebogen wird, so würden die erwähnten Muskeln seine Beugung bedingen, wenn er nicht durch die synergische Contraction seiner Streckmuskeln fest in seiner Lage gehalten werden würde. Und wirklich konnte ich constatiren, dass bei den starken Inspirationen des oberen Brustabschnittes die Antagonisten der Sternokleidomastoïdei, nämlich die Mm. splenii, sich synergisch mit ihnen contrahiren. (Vielleicht treten noch andere Strecker des Kopfes in Wirksamkeit, ich konnte es aber nicht feststellen.)

Hätte unser Kranker die Wirkung seiner Streckmuskeln noch sessen, so wäre er zweifellos nicht gezwungen gewesen, den Kopf

in eine so starke Rückwärtsbeugung zu bringen, damit seine Sternokleidomastoïdei eine erhebende Wirkung auf den Thorax hätten.

Dies wird durch folgende Beobachtung bewiesen. Ich behandelte einen Kranken, dessen obere und untere Extremitäten gelähmt waren, und ebenso die Mm. intercostales, pectorales, latissimus dorsi, serratus anticus magnus, trapezius und rhomboïdeus, mit einem Worte fast alle Muskeln, die ihre Innervation unterhalb des Cervicaltheiles des Rückenmarkes erhalten; dieses Individuum konnte alle Muskeln, die den Kopf gegen den Rumpf bewegen, contrahiren, den Kopf kräftig beugen und strecken. Wenn er in natürlicher Weise athmete, so beobachtete ich während der Inspiration nur diejenigen Bewegungen, die der Wirkung des Zwerchfells eigen sind; wenn ich ihn aber veranlasste, tiefe Inspirationen zu machen, so kam zu den Zwerchfellbewegungen noch die Erhebung der oberen Brustpartie, welche, wie man oben gesehen hat, bei isolirter Contraction des Sternokleidomastoïdeus erfolgt, und dieser Muskel contrahirte sich sehr kräftig, ohne dass der Kopf zurückgebeugt wurde. Dabei fühlte ich aber die Mm. splenii des Patienten anschwellen und hart werden; auch die Clavicularportionen seiner Trapezii, die, wie man sich erinnert, die Streckung des Kopfes bewirken, sobald sie sich auf beiden Seiten zugleich contrahiren, sah ich in Contraction gerathen (siehe Art. I. Trapezius, S. 2). Man begreift, dass durch die synergische Contraction aller dieser Muskeln während der Inspiration des oberen Rippengebietes der Kopf fest in einer Mittelstellung zwischen Beugung und Streckung gehalten werden und den Sternokleidomastoïdeis für ihre Inspirationsverrichtung als fester Punkt dienen kann.

Aus dem Vorangehenden folgt, dass die Strecker des Kopfes und vor Allem der Splenius in ihrer Eigenschaft als Feststeller des Kopfes während der inspiratorischen Thätigkeit der Sternokleidomastoïdei unter die Inspirationsmuskeln gerechnet werden müssen.

633. Um die ganze Kraft, welche die Scaleni als Inspirationsmuskeln besitzen, richtig zu beurtheilen, müssten sie sich in denselben Bedingungen befinden wie die Sternokleidomastoïdei, deren isolirte Wirkung ich so eben kennen gelehrt habe, d. h. zu diesem Zwecke müssten das Zwerchfell, die Intercostales und die Hilfsmuskeln der Inspiration gelähmt sein. Eine derartige klinische Thatsache hat sich meiner Beobachtung noch nicht geboten, und ich habe auch nicht die Hoffnung, sie anzutreffen. Eine anatomische Läsion des Rückenmarkes wird nämlich diese Folgen nicht haben können; denn wenn sie unterhalb des Ursprungs der Nervenzweige,

die für die Scaleni bestimmt sind, ihren Sitz hätte, so würden das Diaphragma und die Sternokleidomastoïdei ihre Motilität eben so wohl besitzen wie die Scaleni.

Man braucht übrigens nicht die klinische Beobachtung, um sich zu überzeugen, dass diese letzteren Muskeln mit den Sternokleidomastoïdeis zusammen als Inspiratoren wirken. Die Kraft, mit der die Scaleni auf den Thorax wirken, ist zweifellos zum mindesten derjenigen der Sternokleidomastoïdei gleich; sie müssen also wie sie die Hebung des Brustbeines und des oberen Brustabschnittes bewirken.

634. Wenn ich zum Schluss in einem Rückblick die Inspirationsmuskeln in eine hierarchische Ordnung bringe, mit anderen Worten, ihrem Nutzen oder ihrer Wichtigkeit nach eintheile, so stelle ich

1) in erste Reihe das Diaphragma, weil es den abdominalen und im unteren Brustabschnitt den costalen Typus der Inspiration bedingt, die Lunge in senkrechter Richtung erweitert, in ihrem unteren Drittel auch den queren und von vorn nach hinten gerichteten Durchmesser derselben vergrössert; weil es durch diese beträchtliche Vergrösserung der Lunge zur Sättigung des Blutes mit Sauerstoff und zu der mässigen Phonation, die für den Gebrauch der Sprache nöthig ist, genügt, ohne dass noch andere Inspirationsmuskeln einzutreten brauchen; weil der Muskel bei der gewöhnlichen Inspiration immer allein functionirt und zwar normaler Weise beim Manne, und selbst beim Weibe dann, wenn ihre Zwerchfellathmung nicht durch das Corset beeinträchtigt wird; weil endlich ohne dasselbe die Sauerstoffaufnahme des Blutes ungenügend und das Leben durch die leichteste bronchitische Affection gefährdet, die Phonation schwach, das Sprechen ermüdend oder unaufhörlich durch gezwungene Pausen unterbrochen ist.

2) Die Intercostales interni stehen in inniger Verbindung mit der Inspiration, weil sie der costalen Inspiration vorstehen, d. h. der Vergrösserung der Brust in querer und von vorn nach hinten gehender Richtung, die während der Inspiration erfolgt, sobald die Zwerchfellathmung beeinträchtigt oder ungenügend wird; weil sie in ihrer Gesammtheit für die Lungen eine bewegliche Wand darstellen, deren solide Construction in zwei Muskelschichten mit Knocheneinlagerungen, mit entgegengesetzt gerichteten und sich kre[illegible] [illegible]chief verlaufenden Fasern besteht, so dass sie wie ein [illegible] [illegible]el wirken, dessen tonische Kraft allein bestimmt und [illegible] [illegible]t, die antagonistische Zugkraft der Lungenelasticität

und der Bronchialmuskulatur zu neutralisiren und dadurch die normale Capacität des Thorax zu erhalten.

Trotz dieser wichtigen Functionen, nach denen man sie als Muskeln, die für die Inspiration wesentlich sind, betrachten muss, kann ihr Nutzen nicht mit dem des Diaphragma verglichen werden, denn sie können nicht wie dieses zur Oxydation des Blutes und zu der Phonation, die zum gewöhnlichen Sprechen nöthig ist, genügen, wenn ihnen auch selbst die Hilfsmuskeln der Inspiration zu Hilfe kommen, und sie haben bei der Inspiration nur dann zu functioniren, wenn die Inspiration durch das Zwerchfell beeinträchtigt oder unzureichend ist, z. B. nach schnellem Laufen oder Gehen, nach irgend einer Anstrengung, einer bronchitischen oder Lungenaffection u. s. w.

Man hat nun wohl gesagt, dass die Respiration bei manchen Menschen den costalen Typus des oberen Brustabschnittes hätte; man hätte aber Unrecht gehabt, darunter zu verstehen, dass die Inspiration durch das Zwerchfell dabei suspendirt wäre: dies ist niemals der Fall gewesen und kann es im Normalzustande nicht sein. Vielmehr kommt unter diesen Umständen zum abdominalen und costalen Typus des unteren Brustabschnittes durch Wirkung der Zwerchfellinspiration der costale Typus des oberen Brustabschnittes, der hauptsächlich durch die Intercostalmuskeln bedingt ist, nur noch hinzu.

3) In die dritte Reihe der Inspirationsmuskeln gehören die Scaleni, die Sternokleidomastoïdei und die Streckmuskeln des Kopfes, besonders die Clavicularportionen der Trapezii und die Splenii, deren Mitwirkung für die ersteren in ihrer Eigenschaft als Feststeller des Kopfes während der costalen Inspiration des oberen Brustabschnittes nothwendig ist. Ihre Wirkung kann nicht mehr bestritten werden, da heute bewiesen ist, dass die genannten Muskeln für sich allein das Brustbein und in Folge davon den oberen Theil des Brustkorbes bis 2,5 cm heben können. Endlich ist noch hinzuzufügen, dass man die Scaleni immer bei der costalen Inspiration des oberen Brustabschnittes mitwirken sieht, sobald die Respiration einige Anstrengung erfordert, und oft gleichzeitig die Sternokleidomastoïdei und die Clavicularportionen der Trapezii. Ihr Nutzen ist indessen mit dem der Intercostales nicht zu vergleichen, denn, wie man gesehen hat, sind die Individuen, deren Inspiration nur durch sie bewerkstelligt werden kann, in einem Zustande halber Asphyxie. Endlich kann auch ihre Wirkung wegfallen, ohne dass weder die costale Inspiration

des oberen Brustabschnittes noch die Gestalt der Thorax davon in merklicher Weise afficirt worden, und dieser Umstand hat mich veranlasst, sie als Hilfsmuskeln der Inspiration zu betrachten.

4) Es bleiben noch die Serrati antici magni, die Pectorales und die Subclavii, die den vierten und letzten Rang unter den Inspiratoren einnehmen. Ich habe sie als Hilfsmuskeln der costalen Inspiration des oberen Brustabschnittes immer nur bei grossen Respirationsanstrengungen wirken sehen. Sie sind demzufolge die am wenigsten wichtigen Hilfsmuskeln der Inspiration.

Vierter Artikel.

Expirationsmuskeln.

Die Expiration wird bewirkt: 1) durch äussere expiratorische Kräfte, welche ihre Wirkung auf die Thorax- und Zwerchfellwände üben, 2) durch innere expiratorische Kräfte, die der Lunge innewohnen. Die ersteren gehören den Bauchmuskeln, den Serrati postici minores, inferiores, den Triangulares sterni und der Elasticität der Rippen an; die zweiten hängen von der Contractilität der Bronchien und der Elasticität der Lunge ab.

In dem vorliegenden Artikel wird nur von den äusseren Expirationsmuskeln die Rede sein.

§ 1. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

Da der Obliquus abdominus externus und der Rectus abdominis subcutan liegen, so war es mir leicht, elektrophysiologische Versuche mit ihnen anzustellen. Mit Vorliebe wählte ich magere und unempfindliche Personen. Was den Obliquus internus und den Transversus abdominis betrifft, so hat mir die progressive Muskelatrophie mehrere Male Gelegenheit gegeben, ihre isolirte Wirkung vermittelst der Faradisation zu studiren. Diese Krankheit schreitet hinsichtlich der Muskeln der Bauchwände in derselben Weise vor, wie bei den anderen Rumpfmuskeln, sie zerstört zuerst ie Muskeln der oberflächlichen Schicht, dann die der mittleren und dlich die der tiefen Schicht, so dass jeder von diesen Muskeln zu ner gewissen Zeit subcutan werden kann.

I. O b l i q u u s e x t e r n u s. — Bei der Faradisation des Obliquus externus wird

1) die Bauchwand der gereizten Seite schief von unten und innen nach oben und aussen gegen die oberen Ansatzpunkte des Muskels verzogen und der Nabel in diese Bewegung einbezogen.

2) Gleichzeitig wird die Bauchwand deprimirt, eben so wie die falschen Rippen, an denen sich der Muskel anheftet.

3) Im Maximum der Contraction wird der Rumpf etwas nach vorn und aussen geneigt, und die Brust führt eine leichte Torsionsbewegung gegen den untereu Theil des Rumpfes nach der entgegengesetzten Seite aus.

4) Wenn beide Obliqui externi gleichzeitig kräftig gereizt werden, wird die Bauchwand jederseits schief von innen und unten nach aussen und oben verzogen, stark gespannt und deprimirt, und eben so die falschen Rippen, an denen die Muskeln sich inseriren, ferner wird der Rumpf kräftig nach vorn gebeugt; die Regio epigastrica wird dann während der Inspiration nicht mehr gehoben, die Basis der Brust bleibt gesenkt und verengt, endlich wird die Respiration beeinträchtigt und nimmt den costalen Typus des oberen Brustabschnittes an.

II. O b l i q u u s i n t e r n u s. — Durch Faradisation des Obliquus internus wird die Bauchwand auf der gereizten Seite deprimirt und von oben und innen nach unten und aussen verzogen; eben so wie sie wird auf der gereizten Seite die Thoraxbasis deprimirt; gleichzeitig wird der Rumpf leicht nach seitwärts und vorn gebeugt.

Während der Faradisation dieses Muskels bewirkt die Zwerchfellinspiration nur auf der entgegengesetzten Seite eine Erhebung der Regio epigastrica, und die Respiration wird erschwert.

III. T r a n s v e r s u s a b d o m i n i s. — Der Transversus verzieht die Bauchwand seiner Seite gerade nach aussen und deprimirt sie kräftig.

IV. R e c t u s a b d o m i n i s. — Bei sehr mageren Individuen sieht man, dass die verschiedenen Abschnitte des Rectus abdominis unabhängig von einander in Contraction versetzt werden können. Die beiden oberen Abschnitte des Muskels verziehen die Bauchwand von unten nach oben gegen das Sternum hin. Seine unteren Portionen verziehen sie von oben nach unten gegen die Schamgegend; der Nabel folgt diesen Bewegungen in entgegengesetzter Richtung.

Wenn man alle Portionen des Muskels zugleich zur Contraction bringt, so wird der mittlere Theil der Bauchwand, den er bildet, nach seinen oberen und unteren Ansatzpunkten verzogen; derselbe

spannt sich und deprimirt kräftig die Baucheingeweide; dabei wird der Rumpf stark nach vorn gebeugt, und die Regio epigastrica hebt sich bei der Zwerchfellinspiration nicht; die Expansionsbewegung der Thoraxbasis wird beeinträchtigt.

V. Ueber die anderen äusseren Expirationsmuskeln hatte ich keine Gelegenheit, Versuche anzustellen.

Was die inneren Expirationsmuskeln (die Bronchialmuskeln) betrifft, so sind sie am lebenden Menschen der directen Elektrisation unzugänglich.

B. Bemerkungen.

635. Wie die vorstehenden Experimente gezeigt haben, wird die Bauchwand durch die gleichzeitige Contraction ihrer Muskeln von der Mitte nach der Peripherie verzogen, d. h. von unten und innen nach oben und aussen durch die Obliqui externi, von oben und innen nach unten und aussen durch die Obliqui interni, von innen nach aussen durch die Transversi, endlich, von unten nach oben durch die obere Hälfte des Rectus abdominis und von oben nach unten durch seine untere Hälfte.

Sie wird auf diese Weise nicht nur wie eine Trommel gespannt, sondern zu gleicher Zeit besonders durch die Transversi so stark deprimirt, dass ihre Oberfläche abgeplattet wird und sogar nach vorn concav werden kann.

636. Aus diesen elektrophysiologischen Versuchen habe ich ersehen, mit welcher Kraft die Bauchmuskeln die Expiration bewirken können. Wirklich brauchte ich nur einen der Obliqui externi mit einem etwas kräftigeren Strome in Contraction zu versetzen, um zu bewirken, dass die deprimirte Bauchwand und Thoraxbasis auf der gereizten Seite während der Inspiration nicht mehr gehoben werden konnte, wenn auch das Individuum die grössten Inspirationsanstrengungen machte!; die Respiration war demgemäss sehr beeinträchtigt und nahm den costalen Typus des oberen Brustabschnittes an.

Noch weit beträchtlicher waren diese Störungen der Athmungsfunction, wenn ich beide Obliqui externi zu gleicher Zeit im Zustande der Contraction erhielt; die Erschwerung der Respiration war dann auf's Aeusserste getrieben und die Phonation fast erloschen.

Dabei muss ich bemerken, dass die Functionsstörungen nicht etwa auf den durch die Versuche bedingten Schmerz geschoben werden konnten, denn sie wurden bei unempfindlichen Individuen angestellt.

Ich brauche nicht erst zu sagen, dass, wenn ich im Stande gewesen wäre, alle Muskeln des Abdomens zugleich in Contraction zu versetzen, die Respirationsstörungen noch erheblicher gewesen wären, besonders aus dem Grunde, weil die Transversi abdominis die Bauchwand noch viel stärker deprimiren, als die Mm. obliquus externus und internus und rectus abdominis.

Wie Jeder leicht begreift, resultiren diese Störungen der Respirationsfunction aus der äusserst hochgradigen Erschwerung der Zwerchfellinspiration, die in Folge der Contraction der Bauchmuskeln entsteht. Die Bauchwand nämlich, welche durch die Contraction der genannten Muskeln stark deprimirt ist, drängt die Baucheingeweide von unten nach oben, und indem diese sich der Senkung des Zwerchfells widersetzen, verhindern sie die Vergrösserung des senkrechten Durchmessers der Lungen; ausserdem gestattet die Zusammenschnürung der Thoraxbasis, die in Folge dieser Contraction eintritt, auch die Vergrösserung des queren und von vorn nach hinten durchgehenden Durchmessers der Lungen nicht.

637. Bekanntlich sind die Bronchien mit glatten Muskelfasern versehen, die von Reisseisen *) am besten beschrieben, wenn nicht entdeckt worden sind, und die nicht nur den membranösen Theil der Trachea und der grossen Bronchien austapezieren, sondern sich in der ganzen Ausdehnung der Bronchialverzweigungen ausbreiten. „Da man sie“ nach Kölliker „noch an Aesten von $^1/_5$—$^1/_6$ mm Durchmesser vorfindet, so ist es wahrscheinlich, dass sie sich bis zu den Lungenläppchen erstrecken.“ **)

Die Fasern dieser Bronchialmuskelschicht, an der Trachea und den grossen Bronchien geradlinig und quer gerichtet, werden dann ringförmig und bilden einen vollständigen Cylinder, ganz analog wie die kreisförmigen Muskelfasern des Darmes. Dieses anatomische Verhalten musste auf die Vermuthung führen, dass die genannten Muskeln Constrictoren der Bronchien, mit anderen Worten, innere Expiratoren sind. Durch elektrophysiologische Versuche direct an Lungen, die eben aus der Brust lebender Thiere entfernt worden waren, ist in der That bewiesen worden, dass den Bronchialmuskeln diese Wirkung zukommt. Alle diese Versuche habe ich wiederholt; sie haben im vollen Umfange die physiologische Thatsache bestätigt, dass die genannten Muskeln die Bronchialcanäle und besonders die kleinen membranösen Bronchien zusammenschnüren, und die letzteren

---

*) De structura pulmonum commentatio, p. 9. 1822.

**) Gewebelehre, cit. nach der frz. Uebers. v. Béclard u. Sée, 1856, p. 16.

sah ich, während der Strom hindurchging, sich so stark verengen, dass ihr Lumen vollständig verschwand. — Derartige Versuche, die beim lebenden Menschen unausführbar sind, könnten jedoch an Hingerichteten angestellt werden.

Ueber die wirkliche Kraft der Bronchialmuskeln scheint mir die Experimentalphysiologie noch nicht das letzte Wort gesprochen zu haben. Die Versuche, die zu dem Zwecke angestellt worden sind, das Mass dieser Kraft zu erforschen, können davon doch keine Vorstellung geben. Ferner ist es ja auch bekannt, dass die Elektrisation der Nervi pneumogastrici, die in derselben Absicht von Ch. Williams *), Longet **), Volkmann, Knaut einerseits, von Wintrich ***) und Donders andererseits ausgeführt worden ist, widersprechende Resultate gegeben hat.

Die Frage wird glücklicherweise durch die klinische Beobachtung in Kurzem gelöst sein.

§ II. Pathologische Physiologie.

638. Die Contracturen oder Spasmen der Bauchmuskeln zeigen die Art und Weise ihrer Einzelwirkung und ermöglichen die Bestimmung ihres Kraftmasses.

Ich wurde von einer Frau consultirt, deren Rumpfmuskeln sich partiell krampfhaft zusammenzogen und ungefähr einige Secunden bis $^1/_2$ Minute so contracturirt blieben, ohne Schmerzen hervorzurufen. So konnte ich beobachten, dass die Eigenwirkung der Pectorales, des Latissimus dorsi, des Serratus anticus magnus und jedes einzelnen Bauchmuskels absolut derjenigen gleich war, die ich auf dem Wege des elektromuskulären Experimentes erhalten hatte. Oft geriethen alle Bauchmuskeln zugleich bei ihr in Contractur; dann wurde ihre Wirbelsäule in der Lendengegend nach vorn geneigt; die stark deprimirte Bauchwand drängte die Baucheingeweide von unten nach oben zurück, und dieselben widersetzten sich der Senkung des Zwerchfells; der untere Theil der Brust wurde trotz der grossen Inspirationsanstrengungen, die sie machte, unbeweglich zusammengeschnürt gehalten; da die Vergrösserung des senkrechten Lungendurchmessers und des transversalen und sagittalen Durchmessers der

*) Pathology and Diagnosis of diseases of the chest. IV. éd. London 1840.

[illegible]ote sur une nouvelle cause d'emphysème pulmonaire. Mittheilung [illegible]demie der Wissenschaften.

[illegible]andbuch der Pathologie von Virchow. Bd. V. Erlangen 1854.

unteren Brustpartie auf diese Weise sehr eingeschränkt, wenn nicht ganz verhindert war, so nahm die Respiration den costalen Typus des oberen Brustabschnittes an und geschah nur unter grosser Anstrengung mit Hilfe nicht nur der Intercostales, sondern auch der Hilfsmuskeln der Inspiration. Die Kranke sagte, dass sie dabei ersticke; durch eine violette Färbung ihres Gesichtes verrieth sich die ungenügende Sauerstoffaufnahme des Blutes. Ich muss jedoch bemerken, dass die Contractur der Bauchmuskeln nicht wie die Contractur des Diaphragma wirkliche Asphyxie erzeugen kann.

Weniger wurde die Respiration bei dieser Frau durch die partiellen Contracturen der Bauchmuskeln gestört. Jedoch theile ich in Folgendem eine klinische Beobachtung mit, welche zeigt, wie mühsam die Respiration wird, wenn solche partielle Contracturen zu lange anhalten oder häufig wiederkehren.

Mit dem verstorbenen Herrn Gimelle, Mitglied der Akademie der Medicin, habe ich einen Kranken beobachtet, der an einer merkwürdigen Respirationsneurose litt. Bei jeder Inspiration contrahirten sich kräftig die linksseitigen Muskeln und das Abdomen, übrigens ohne Schmerzen, sie deprimirten das Abdomen, neigten den Rumpf nach der betreffenden Seite und verursachten eine beträchtliche Erschwerung der Respiration. *)

639. Ebenso wie die tonische Kraft der Intercostales, welche Erweiterer der Thoraxwand oder, was gleichbedeutend ist, Inspiratoren sind, der Brust ihre normale Capacität dadurch bewahrt, dass sie die Zugwirkung der Lungenelasticität und der Bronchialmuskulatur neutralisirt (s. 614), eben so verleiht die tonische Kraft der Bauchmuskeln der Bauchwand den genügenden Widerstand, um sich nicht von den Baucheingeweiden ausdehnen oder erweitern zu lassen. Die klinische Beobachtung giebt, wie man sehen wird, dafür den Augenschein.

Ich habe gezeigt, dass bei der Zwerchfellathmung die Rippen, an denen sich dasselbe inserirt, gehoben und die Basis der Brust bei seiner energischen Contraction vergrössert wird (siehe 587 und 588). Diese Rippenbewegung ist die Folge des Widerstandes, welchen die Baucheingeweide der Senkung des Diaphragma entgegenstellten. Hat aber die Bauchwand die tonische Kraft ihrer Muskeln verloren, so lässt sie sich durch die beim Herabtreten des Zwerchfells nach unten zurückgedrängten Eingeweide erweitern, und das Zwerch-

*) Ich habe diesen besonderen Krampf unter die functionellen Krämpfe gezählt. (Siehe De l'électrisation localisée. II. éd. Obs. CCXXVII. p. 931.)

fell, welches nun an den Eingeweiden nicht mehr den genügenden Stützpunkt findet, um die Rippen zu heben und folglich die Thoraxbasis vergrössern zu können, verengt im Gegentheil die Thoraxbasis wie nach vorangegangener Eventration.

Einige klinische Beobachtungen zur Stütze dieser Behauptungen mögen nun folgen.

Ein Kind war etwa im Alter von 6 Monaten von generalisirter atrophischer Lähmung befallen worden, wodurch eine gewisse Anzahl von Muskeln der Gliedmassen und des Abdomens der rechten Seite zerstört worden war. Mir wurde es ungefähr im Alter von 5 Jahren vorgestellt. Wenn es ruhig athmete, so wurde die rechte Hälfte seiner Bauchwand während der Inspiration durch die Baucheingeweide, die hernienartig heraustraten, hervorgetrieben. Die Thoraxbasis wurde verengt. Während der Expiration dagegen verschwand die Bauchhernie.

Der Mechanismus der abnormen Respirationsbewegungen der Bauchwand hat in diesem Falle folgende Erklärung. Während der Inspiration drängte das herabsteigende Diaphragma die Baucheingeweide nach unten, und diese trieben die rechte Hälfte des Abdomens hervor, weil die Bauchwand auf dieser Seite ihre tonische Muskelkraft verloren hatte und keinen Widerstand leistete. Da ausserdem das Diaphragma an den Eingeweiden keinen Stützpunkt mehr fand, so stieg es beträchtlich herunter, konnte die Rippen, an denen es sich inserirt, nicht mehr erheben und übte auf dieselben eine concentrische Wirkung, indem es sie in querer Richtung von aussen nach innen gegen das Centrum tendineum zog.

Dieselbe Erscheinung habe ich bei Erwachsenen beobachtet, deren Bauch- und Intercostalmuskeln gelähmt waren. Während der Zwerchfellinspiration (der einzigen, die noch möglich war) beschränkte sich die Erhebung der Bauchwand nicht mehr auf die Regio epigastrica, wie unter normalen Bedingungen, sie war vielmehr allgemein, die Bauchwand wurde en masse erhoben und die Thoraxbasis zusammengeschnürt.

Die Bauchwand, welche die tonische Kraft ihrer Muskeln verloren hat, lässt sich durch die beständig nach unten zurückgedrängten Eingeweide bei den Respirationsbewegungen und ferner durch die expansive Kraft der Darmgase ausdehnen; der Bauch nimmt einen beträchtlichen Umfang an, wie man es auf Figur 10 sieht.

640. Ich brauche nicht zu sagen, dass unter solchen Verhältissen die Individuen der Entstehung von Hernien ausgesetzt sind, esonders wenn die Bauchmuskeln nur partiell atrophirt sind. Diese

Hernien, welche während der Inspiration zunehmen, wie ich schon im Vorstehenden gezeigt habe, werden aber dann noch beträchtlicher, sobald die Expiration unter Anstrengung geschieht, wie z. B. beim Schreien.

So war bei dem Kinde, dessen Beobachtung ich oben mitgetheilt habe, bei dem die Bauchmuskeln auf der rechten Seite atrophisch waren, die Eingeweidehernie noch erheblicher, wenn es schrie. Auf der linken Seite deprimirten die intacten, zur Expiration dienenden Bauchmuskeln kräftig die Bauchwand, dagegen wurde dieselbe rechts durch die zurückgedrängten Eingeweide enorm hervorgetrieben. Das Schreien war übrigens schwach, weil die Eingeweide an dieser rechten Seite der Bauchwand einen Ausgang fanden und das Diaphragma nicht kräftig genug von unten nach oben drängen konnten.

641. Ich habe Individuen beobachtet, bei denen die progressive Muskelatrophie die Muskeln des Abdomens, die mächtigsten von den äusseren Expirationsmuskeln, zerstört hatte, und habe doch nicht bemerkt, dass sie dadurch in der gewöhnlichen Respiration die geringste Störung erfuhren.

Ein merkwürdiges Beispiel dafür war die Frau, die in Fig. 10 abgebildet ist, von der schon im ersten Theil S. 36 die Rede gewesen ist. Ihre Bauchmuskeln waren atrophirt, wenigstens antwortete keiner mehr auf den elektrischen Reiz oder contrahirte sich willkürlich; indessen empfand sie trotz des Verlustes dieser Muskeln weder eine merkliche Beeinträchtigung in der Respiration noch beim Sprechen in der Phonation.

Sobald aber die Expiration einige Anstrengung erforderte, so machte sich das Fehlen der Bauchmuskeln bemerklich; beim Schreien, Singen etc. war die Stimme ziemlich schwach; die Frau hatte Mühe, sich zu schnäuzen und sich des Bronchialschleimes zu entledigen, denn ihre Expirationsbewegungen geschahen nicht mit der genügenden Kraft.

Aus den klinischen Thatsachen, die ich beobachtet habe, geht also hervor, dass sich die Bauchmuskeln bei der Expiration nur contrahiren, wenn sie grosse Anstrengungen erfordert; dass ihre Mitwirkung beim Schreien und Singen absolut nothwendig ist.

Uebrigens kann sich jeder leicht überzeugen, dass diese Muskeln unter normalen Verhältnissen der gewöhnlichen Respiration fremd bleiben.

Die Autoren hatten richtig erkannt, dass die genannten Muskeln nur bei grossen Anstrengungen als Expiratoren wirkten; die

klinische Beobachtung bekräftigt ihre Ansicht uud zeigt ausserdem, wie nützlich sie beim Schreien, Singen etc. sind.

642. Der elektrophysiologische Versuch, direct an den Lungen angestellt, hat die expiratorische Wirkung der Bronchialmuskeln auf's Anschaulichste dargethan und gezeigt, dass sie unter Einwirkung des elektrischen Stromes die membranösen Bronchien sogar bis zu dem Punkte verengt, dass ihr Lumen vollkommen verschwindet.

Wenn man darin der Experimentalphysiologie glauben wollte, so würde die respiratorische Kraft bei der Wirkung dieser Muskeln kaum dem fünften Theil der elastischen Kraft der Lunge gleich sein. Man könnte daraus schliessen, dass die Mitwirkung der Bronchialmuskeln beim Respirationsacte nur von geringem Nutzen ist. Ganz im Gegentheil werden die klinischen Thatsachen, die ich mit der grössten Sorgfalt analysirt habe, beweisen, dass die Kraft dieser Muskeln sehr gross sein muss und dass sie bei der Expiration eine wichtige Rolle spielen.

Eine Erscheinung, die am constantesten in verschiedenen Graden der Ausbildung bei einer Krankheit erscheint, die ich vor einigen Jahren beschrieben habe*), die ich heute mit meinem gelehrten Freunde, Herrn Prof. Trousseau, „Paralysie glosso-labio-laryngée“ nenne, und von der ich 31 Fälle gesammelt habe, besteht in der grossen Schwäche und Kürze der Expiration in offenbarem Contrast zu der Kraft der Muskeln, die den Expirationsbewegungen vorstehen, und zur augenscheinlichen Integrität der Respirationsorgane. Wenn ich die mit dieser Krankheit behafteten Individuen tief athmen liess, so sah ich bei der Inspiration die Capacität ihres Brustkorbes beträchtlich zunehmen und die Regio epigastrica sich vorwölben durch Contraction des Diaphragma und der Intercostales: wollten sie aber mit Anstrengung ausathmen, so contrahirten sich ihre Bauchmuskeln energisch, und dennoch konnte die Brust nur ein kleines Luftquantum austreiben, wobei die Entleerung rasch geschah.

Dem entsprechend war bei allen ihren Bemühungen ihr Athem so schwach, dass sie nicht ein Licht auslöschen konnten, sie hatten kaum die Kraft, sich zu schnäuzen oder auszuspucken. Ich habe Kranke gesehen, deren Leben durch eine einfache Bronchitis in Gefahr gebracht wurde, weil sie nicht genug Expirationskraft hatten.

---

*) Paralysie progressive de la langue, du voile du palais et des lèvres. Arch. gén. de méd. Sept. u. Oct. 1860.

um ihre Bronchien von den Schleimmassen, die sich in ihnen ansammelten, zu entleeren. Es bestand keine Lähmung des Kehlkopfes, die Stimmbildung war nur in geradem Verhältniss zur Schwäche der Expiration abgeschwächt. Alles in Allem liess die normale Inspiration bei allen Fällen, die ich beobachtet habe, ein grosses Luftvolumen in die Lungen eintreten, während die schwache und kurze Expiration nur einen kleinen Theil derselben austrieb. Die Sauerstoffaufnahme des Blutes schien dadurch nicht verändert, aber die Kranken empfanden ein schwer auszudrückendes Gefühl der Angst. Sie sagten, dass ihre Brust gleichsam voll blieb, nachdem sie ausgeathmet hätten.

Was konnte die Ursache einer derartigen krankhaften Erscheinung sein? Das normale Respirationsgeräusch zeigte an, dass kein Hinderniss für den Eintritt oder Austritt der Luft bestand; ausserdem besassen, wie ich schon gesagt habe, die Bauchmuskeln (Expirationsmuskeln) ihre ganze Kraft. Endlich konnte ich nicht daran denken, diese Expirationsschwäche etwa einer Abnahme der elastischen Kraft der Lunge zuzuschreiben; denn diese äussere, wesentliche Kraft der Expiration ist passiv, während des Lebens unveränderlich und nimmt nur beim einfachen Marasmus, bei übermässiger Ausdehnung der Lungenzellen, wie beim vesiculären Emphysem und bei plastischer Infiltration dieser Zellen ab.

Da keine dieser pathologischen Bedingungen bei den in Rede stehenden Kranken vorlag, so blieb mir nichts weiter mehr übrig, als nachzuforschen, ob nicht irgend ein krankhafter Zustand der Bronchialmuskeln die einzige Ursache der Störungen der Expiration wäre.

Einen Krampf dieser Muskeln, der durch Verschluss der kleinen Bronchien oder Verengerung ihres Kalibers dem Lufteintritt bei der Inspiration einen Widerstand gesetzt und dieselbe mühsam und pfeifend gemacht hätte, konnte ich nicht annehmen, denn, wie ich schon gesagt habe, war die Inspiration leicht und das Athmungsgeräusch normal.

Es blieb also die Hypothese einer Lähmung der Bronchialmuskeln, eine Hypothese, die mir allein rationell erschien, denn sie konnte mir die Störungen der Expirationsfunction erklären. Die Art und Weise, wie dieselben zu Stande kommen, besteht kurz in Folgendem:

Die Kranken, von denen die Rede war, können ohne Mühe ein grosses Luftquantum einathmen; sobald sie aber ausathmen, so wird diese Luft nur aus den Lungenbläschen durch ihre elastische

Kraft ausgetrieben, während in Folge der Lähmung der Bronchialmuskeln die Luft in den Bronchialzweigen und -Zweigelchen, welche schlaff bleiben und bei denen die elastische Kraft ihre Wirkung erschöpft hat, verbleibt, diese Luft also nicht ausgeathmet wird. Nun ist aber das Luftvolumen, welches nur die kleinen membranösen Bronchien erfüllt, beträchtlich; denn die Zahl dieser letzteren ist enorm *).

Der zu lange Aufenthalt dieser nicht mehr respirablen Luft in den Bronchien verursacht das Angstgefühl, welches die Folge des frischen Luftbedürfnisses für die Lungen ist, eine Empfindung, über die die Kranken so lebhaft klagen, und von der man sich eine Vorstellung machen kann, wenn man von der Luft, die man eingeathmet hat, nur die Hälfte ausathmet.

Endlich weicht die von der elastischen Kraft und sogar auch vermittelst der energischen Contraction der Bauchmuskeln ausgetriebene Luftsäule nur mit geringer Kraft aus den Luftwegen, weil die Bronchialmuskeln gelähmt sind, die ohne Zweifel die Kraft der Expiration mächtig verstärken.

643. Die Analyse dieser klinischen Thatsachen, die sich bei meinen 31 Kranken bis zu einem gewissen Grade immer in derselben Weise dargeboten hatten, hatte mich von der Richtigkeit der Theorie, die ich soeben entwickelt habe, durchdrungen und auf die Vermuthung der Wahrscheinlichkeit einer organischen Läsion des Nerven geführt, welcher den Bewegungen der Bronchialmuskeln vorsteht, ebenso wie ich bei der Lähmung der Zunge in derselben Krankheit auch das Bestehen einer Veränderung des Hypoglossus vorausgesehen hatte. Meine Hypothese fand sich durch die Leichenuntersuchung verwirklicht, und diese zeigte, dass die centrale anatomische Läsion der Glosso-labio-laryngealparalyse durch eine Atrophie des Nervus accessorius, der Wurzelstreifen des Hypoglossus und durch eine Sclerose der Medulla oblongata mit Erzeugung zahlreicher Amyloïdkörperchen charakterisirt wird. — Es ist ferner festgestellt worden, dass die Lunge ihre elastische Kraft nicht verloren hatte.

---

*) Um sich davon eine Vorstellung zu machen, braucht man sich nur zu erinnern, dass ein einziges Lungenläppchen von ungefähr 1 Qu.-cm. aus 15 bis 20 Primitivläppchen besteht; dass zu jedem Lungenläppchen ein häutiges Bronchialästchen von einem Durchmesser von 1—1,5 mm und von einer Länge von 18—20 mm gelangt und sich unter Theilung in das Innere des Läppchens fortsetzt, um ein Zweigelchen an jedes Primitivläppchen gelangen zu lassen.

Alles in Allem folgt aus der Gesammtheit dieser klinischen Thatsachen, dass die Bronchialmuskeln bei der Expiration kräftig mitwirken müssen; dass die Wirkung dieser glattfaserigen Muskeln in Folge einer Nervenläsion geschwächt oder gelähmt werden kann, dass endlich die Kraft der Bronchialmuskeln und der Lungenelasticität die wesentliche expiratorische Kraft ist und zur gewöhnlichen Expiration genügt, während die äusseren Expirationsmuskeln nur Hilfsmuskeln der Expiration sind, die nur bei den Expirationsanstrengungen wirken.

General-Uebersicht.

Respirationsbewegungen.

A. Zwerchfell.

I. Wegen der Verschiedenheit der Meinungen, die über die Eigenthätigkeit des Zwerchfells unter den Autoren herrscht, wurden die elektrophysiologischen Untersuchungen nothwendig, die ich über die Functionen dieses Muskels angestellt habe (s. § I. Historischer Rückblick, S. 488).

II. Aus allen meinen Versuchen an Menschen ebensowohl, wie an lebenden oder todten Thieren, geht hervor, dass die Contraction des Zwerchfells bei elektrischer Reizung des Nervus phrenicus, ganz gleich ob derselbe vorher durchtrennt ist oder nicht, die Hebung der Zwerchfellrippen und eine Bewegung derselben nach aussen bedingt, sobald die Bauchwände intact sind. Auch den von vorn nach hinten durchgelegten Durchmesser der Thoraxbasis sieht man bei diesen Versuchen grösser werden, aber nur in kaum merklicher Weise (s. 587—591). In gewissen Fällen wurde die excentrische Bewegung der unteren Rippen den oberen Rippen mitgetheilt (s. 592).

Die klinische Beobachtung hat die Thatsachen, die sich bei diesen elektrophysiologischen Versuchen über die Eigenwirkung des Zwerchfells herausstellten, bestätigt (s. 603).

III. Wenn das Thier eventrirt worden ist und man seine Baucheingeweide herabgedrängt hat, so verzieht die isolirte Contraction des Diaphragma die Zwerchfellrippen in entgegengesetzter Richtung, d. h. nach einwärts (s. 594).

IV. Obgleich das Zwerchfell, so bald es seine Beziehungen der Contiguität mit den Baucheingeweiden verloren hat, hinsichtlich der Bewegung der unteren Rippen zum Expirationsmuskel wird, so vergrössert es desshalb beim Herabsteigen nichts desto weniger den senkrechten Durchmesser der Brust (s. 595).

Das Herabsteigen des Centrum tendineum ist dann nur ziemlich beschränkt, und beim Maximum der Contraction nimmt das Diaphragma die Form eines abgestumpften Kegels an, es wird aber nicht nach unten convex, wie Haller glaubte (s. 596).

V. Die concentrische Bewegung der unteren Brustpartie, die man nach Eröffnung der Bauchhöhle und Herabdrängung der Baucheingeweide während der Zwerchfellcontraction beobachtet, beweist gegen die Ansicht der Herren Beau und Maissiat, dass das Pericardium dem Zwerchfelle nicht einen Stützpunkt darbietet, der es ihm ermöglichte, die Erweiterung der Rippen, an denen es sich inserirt, herbeizuführen (s. 599).

Die Bewegungen des unteren Brustumfanges in entgegengesetzter Richtung, je nachdem zur Zeit der Contraction des Diaphragma die Baucheingeweide herabgedrängt sind oder nicht, beweisen, wie schon Magendie geahnt hatte, dass die Erweiterung der unteren Rippen bei der physiologischen Contraction des Diaphragma dem Stützpunkt zu verdanken ist, welchen der Muskel dann an den Baucheingeweiden vorfindet (s. 600).

VI. Dieser Stützpunkt könnte die Expansionsbewegung der Zwerchfellrippen, die man während seiner Contraction beobachtet, nicht begünstigen, wenn er nicht in der grossen convexen Oberfläche dieser Eingeweide bestände. Dieser Satz ergiebt sich aus einem Experimente, wobei es nicht gelingt, die excentrische Bewegung der unteren Rippen hervorzurufen, wenn man sich bei einem todten Pferde mit der gegen das Centrum tendineum gestemmten Hand dem Hinabsteigen des Muskels widersetzt, während man ihn durch Faradisation der Nervi phrenici zur Contraction bringt (s. 599).

VII. Aus meinen elektrophysiologischen Versuchen ging die Kenntniss der Lähmung und Contractur des Diaphragma hervor.

B. Intercostales.

VIII. Die elektrophysiologischen Versuche, an Menschen unter Umständen angestellt, die mir ermöglichten, entweder die Intercostales externi an allen Punkten ihrer Oberfläche und die Intercostales interni im Zwischenknorpelraum zu faradisiren, oder den

elektrischen Reiz auf einen Nervus intercostalis zu localisiren, beweisen, dass alle diese Muskeln Inspiratoren sind: 1) da sie einzeln für sich jede untere Rippe gegen die fest stehenbleibende Oberrippe erheben, 2) da sie vermittelst der Rotation, die sie der Rippenendigung ertheilen, eine excentrische Bewegung der unteren Rippe bedingen (s. 608, 609) *)

IX. Die inspiratorische Wirkung der Intercostales, die vermittelst der elektrophysiologischen Versuchsweise beim lebenden Menschen nachgewiesen wurde, hat ihre Bestätigung gefunden: 1) in klinischen Thatsachen, wobei die Hilfsmuskeln der Inspiration und ebenso das Diaphragma atrophirt waren, und dennoch eine costale Respiration in weitem Umfange stattfand, wo man ferner mit den in den Intercostalräumen angelegten Fingern die Intercostalmuskeln bei jeder Inspiration anschwellen und hart werden fühlte (s. 612); 2) in klinischen Beobachtungen, bei denen sich in Folge von Atrophie der Intercostales die costale Respiration des oberen Brustabschnittes aufgehoben und die Thoraxcapacität verringert fand, was die Gegenprobe der vorhergehenden Beobachtungen bildet (s. 613 u. 614).

X. In Bestätigung der Ansicht Winslow's und nach ihm Haller's und anderer Physiologen, beweist die elektrophysiologische Untersuchungsweise, dass die Intercostales die untere Rippe heben, weil die obere Rippe den festen Punkt bildet (s. 615). Anderseits beweist die klinische Beobachtung, dass die Intercostales während der natürlichen costalen Respiration des oberen Brustabschnittes die oberen Rippen nicht senken können, weil letztere dann durch den Sternokleidomastoïdeus und die Scaleni stark gehoben werden (s. 616).

---

*) Nach der Publication meiner Untersuchungen über die Wirkung der Intercostales hatte ein litterarisches Journal „L'évenement" am 25. October 1866 die Nachricht gebracht, dass Herr Marcellin Duval, Director des Marine-sanitätswesens in Brest, die Richtigkeit der in meiner Abhandlung entwickelten Ansicht dadurch verificirt hätte, dass er die blossgelegten Nervi intercostales der vier Guillotinirten der Foederis arca direct elektrisirte. Der gelehrte Director der medicinischen Facultät beeilte sich, mir folgendes zu schreiben: „Der Urheber des Artikels hat die Wahrheit gesagt. Sein Name ist mir bis jetzt vollkommen unbekannt; augenscheinlich gehörte er zu den zahlreichen (ungefähr 60) Zeugen meiner Experimente. Er hat in Folge dessen Ihren Namen nach Ergebnissen, die uns entscheidend schienen, nennen hören müssen. Ich kann Ihnen nicht sagen, wie glücklich ich war, eine der Schlussfolgerungen Ihrer schönen Abhandlung, die Sie an die Academie der Wissenschaften und der Medicin gerichtet haben, in einer, wie mir scheint, unbestreitbaren Weise bekräftigen zu können."

XI. Der Umstand, dass sich die Intercostales während der Inspiration in einem Zustande der Verlängerung befinden, ist noch kein Grund, dass sie nicht bei den Inspirationsbewegungen mitwirken können, wie Hamberger behauptet hat; denn ich habe nachgewiesen, dass gewisse Muskeln, sobald sie unter dem Einfluss des Willens zu functioniren haben, durch die synergische Contraction anderer Muskeln in einen Zustand der Verlängerung versetzt werden, damit ihre Kraft gesteigert wird. So ist dies durch die klinische Beobachtung für die Flexores digitorum nachgewiesen, die ihre Kraft einbüssen, sobald die gelähmten Mm. radialis und ulnaris externus im Augenblicke ihrer Contraction die Hand nicht mehr gestreckt halten können; ebenso kann die Verlängerung der Intercostales interni während der Inspiration die Kraft dieser Muskeln, die zu ihrer Ausführung beitragen, noch verstärken (s. 618).

XII. Schon die schiefe Richtung der Intercostales zeigt an, dass sie zur Inspiration bestimmt sind, denn nur während dieses Zeitabschnittes der Respiration werden sie senkrecht zu den Hebeln, (den Rippen), die sie in Bewegung setzen. Wenn sie sich während der Expiration contrahirten, so würden sie in noch schiefere Richtung zu diesen Hebeln gerathen, und dies würde der allgemeinen Regel zuwiderlaufen, dass die Muskeln bei ihrer Contraction zu den Hebeln, die sie bewegen, senkrecht werden oder zu werden streben, so dass sich ihre Kraft im Verhältniss zum Grade ihrer Contraction steigert (s. 619).

XIII. Die schiefe Richtung der Intercostales interni und externi in entgegengesetztem Sinne zeigt an, dass die Muskeln die Bestimmung haben, sich synergisch zu contrahiren, denn wenn sie isolirt wirkten, die ersten, um die Expiration, die zweiten, um die Inspiration zu bewirken, so würde bei jeder derartigen Bewegung eine übereinanderschiebende Bewegung der Rippen in schiefer Richtung die nothwendige Folge davon sein; zu demselben Schlusse führt übrigens die klinische Beobachtung.

Die gleichzeitige Contraction aller dieser Muskeln hebt diese schiefe Wirkung auf, und dieselbe wird wegen dieser Combination in eine senkrechte Wirkung auf die zu bewegenden Rippen umgewandelt (s. 620).

XIV. Im Gegensatz zu den Schlussfolgerungen Galen's, die er aus Vivisectionen folgerte, als er das Schwein dadurch, dass er alle Nervi intercostales unterband, aphonisch machte, beweist die klinische Beobachtung, dass die Mm. intercostales auf die ohne be-

sondere Anstrengung erfolgende Phonation keinen grossen Einfluss haben (s. 621).

XV. Der Nutzen der Intercostales ist mit dem des Zwerchfelles nicht zu vergleichen, denn ihre Lähmung stellt nicht, wie die des letzteren, das Leben in Frage. Wenn jedoch das Zwerchfell wegfällt, so sind die Intercostales die einzigen Muskeln, die es provisorisch vertreten können, so dass die Oxydation des Blutes weiter geschehen und das Individuum leben bleiben kann, wenn nicht eine Affection der Bronchien oder der Brust dazu kommt (s. 622).

Aus diesem Grunde müssen die Intercostales ebenfalls als wesentliche Inspirationsmuskeln betrachtet werden, wenn sie auch gleichwohl erst nach dem Diaphragma kommen.

C. Hilfsmuskeln der Inspiration.

XVI. Zur costalen Inspiration des oberen Brustabschnittes tragen bei die Scaleni, die Sternokleidomastoïdei, die Clavicularportionen der Trapezii, die Pectorales minores, die Subclavii; man kann dies durch des Gesicht und das Gefühl constatiren (s. 624 und 625).

XVII. Nach ihrer physiologischen Wichtigkeit sind diese Muskeln den Intercostales untergeordnet und nur Hilfsmuskeln derselben, denn die klinische Beobachtung beweist, dass trotz ihres Fehlens die costale Inspiration des oberen Brustabschnittes ohne merkliche Störung von den Intercostales ausgeführt werden kann (s. 634).

XVIII. Ihren Nutzen und ihre Kraft bei der costalen Inspiration kann man dennoch nicht bestreiten, wenn man beispielsweise einen von ihnen (den Sternokleidomastoïdeus) im Stande findet, durch seine isolirte Wirkung die costale Inspiration des oberen Brustabschnittes kräftig genug zu unterhalten, dass eine Oxydation des Blutes, wenn auch in unvollständiger Weise, stattfinden kann (s. 628).

Besonders sind diese Muskeln bei der costalen Inspiration des oberen Brustabschnittes dadurch von Nutzen, dass sie die oberen Ansatzpunkte der Intercostalmuskeln feststellen oder selbst erheben (s. 615). Der Sternokleidomastoïdeus jedoch tritt nur bei grossem Athmungsbedürfniss in Thätigkeit (s. 630).

XIX. Der Sternokleidomastoïdeus kann als Hilfsmuskel der costalen Inspiration des oberen Brustabschnittes nur dann wirken, wenn der Kopf fest in Streckstellung gehalten wird (s. 630). Die Muskeln, welche diese Streckung des Kopfes während der normalen costalen Inspiration des oberen Brustabschnittes bewirken, und be-

sonders der Splenius, müssen also zu den Hilfsmuskeln der Inspiration gerechnet werden.

XX. Noch andere Muskeln wirken bei der costalen Inspiration, wenn sie unter Anstrengung geschieht, ebenfalls mit, aber nur in ganz untergeordneter Weise; es sind die Serrati antici magni, die Rhomboïdei u. s. w.

D. Expirationsmuskeln.

XXI. Die Expirationsmuskeln sind entweder äussere oder innere: die ersteren bewegen die Thorax- und Zwerchfellwand: Es sind die Muskeln des Abdomens, der Serratus posticus inferior und der Triangularis sterni; die zweiten wirken hauptsächlich auf die Bronchien: Es sind die Bronchialmuskeln Reisseisens.

XXII. Durch ihre gleichzeitige Contraction deprimiren die Bauchmuskeln die Bauchwand und spannen sie nach allen Richtungen wie ein Trommelfell; dadurch werden die Baucheingeweide und in Folge davon das Diaphragma von unten nach oben gedrängt (s. 635).

XXIII. Bei der gewöhnlichen Respiration ist die Mitwirkung der äusseren Expiratoren nicht nothwendig, denn die kräftigsten von diesen Expirationsmuskeln, die des Abdomens, können atrophirt sein, ohne dass die geringste wahrnehmbare Störung bei der Expiration dadurch erfolgt.

Nur während der angestrengten Expiration, beim Singen, Schreien, Husten etc., contrahiren sich die äusseren Expirationsmuskeln (s. 641).

XXIV. Meine klinischen Beobachtungen erweisen dagegen, dass die Bronchialmuskeln (die inneren Expirationsmuskeln) die wesentlichen wirksamen Expiratoren sind, denn sie zeigen, dass die Luftsäule, die bei der normalen Inspiration frei in die Lungen gelangt, bei Lähmung derselben nur in kleiner Menge und mit geringer Kraft ausgetrieben wird, trotz energischer Contraction der äusseren Expirationsmuskeln; dass daraus ein Angstgefühl, ein unaufhörliches Bedürfniss zu expiriren, die Folge eines zu langen Aufenthaltes nicht mehr respirabler Luft in den kleinen Bronchien, entsteht; dass endlich wegen der Expirationsschwäche, welche die Expectoration schwierig, wenn nicht unmöglich macht, das Leben des Kranken durch eine einfache Bronchitis in Gefahr gebracht werden kann.

XXV. Die Experimentalphysiologie hatte zwar vollkommen nachgewiesen, dass die Bronchialmuskeln unter Einwirkung des

elektrischen Stromes die häutigen Bronchiolen so stark verengern, dass ihr Lumen gänzlich verschwindet; die geringe Kraft aber, die sie diesen Muskeln zugesteht ($^1/_5$ der elastischen Kraft der Lunge), scheint mir der wichtigen Rolle nicht zu entsprechen, die sie bei dem Acte der Expiration spielen und die durch die klinische Beobachtung über jeden Zweifel gestellt worden ist.

Zweites Capitel.

Einzelthätigkeit und Verrichtungen der Muskeln, die die Kopfwirbelsäule bewegen.

Die Muskeln oder Muskelbündel, die auf die Kopfwirbelsäule wirken, sind:

1) für die zusammengesetzte Bewegung der Streckung und Seitwärtsbeugung der Lendenwirbel und der letzten Brustwirbel: die Bündel des Sacro-lumbalis, die an der Aussenfläche der Winkel der 6 oder 7 letzten Rippen endigen, die Bündel des Longissimus dorsi, welche als äussere Endigungen dieses Muskels bezeichnet werden und sich an den Processus transversi oder costarii der Lendenwirbel anheften, und die sogenannten inneren Endigungen, d. h. diejenigen Bündel desselben Muskels, die sich an den Tuberculis ihrer Gelenkfortsätze anheften.

2) für die Rotationsbewegung der Lenden und der letzten Rückenwirbel: die Transverso-spinales dieser Wirbel (Semispinalis dorsi und Multifidus spinae).

3) für die Beugebewegung der Lendenwirbel gerade nach vorn oder schief nach vorn und seitlich: der Rectus abdominis, der Obliquus abdominis externus und internus.

4) für die Bewegung der directen Seitwärtsbeugung der Lendenwirbel: der Quadratus lumborum und die Intertransversales lumborum.

5) für die Streckbewegung der Brustwirbel: der Spinalis longus dorsi Winslow's, die sogen. inneren spinalen Endfascikel des Longissimus dorsi.

6) für die Streckbewegung der Brustwirbel in schiefer Richtung: die sogen. inneren transversalen Endfascikel des Longissimus dorsi in der Brustregion, d. h. diejenigen Bündel, die an der Spitze der Processus transversi sämmtlicher Brustwirbel endigen.

7) für die Rotationsbewegung der Brustwirbel: die Transverso-spinales dorsi (Semispinalis dorsi und Multifidus spinae).

8) für die Streckbewegung der Halswirbel: der Cervicalis descendens, der gleichzeitig die Streckung der 7 oder 8 ersten Brustwirbel bewirkt, und die Interspinales cervicis.

9) für die Rotationsbewegung der Halswirbel: die Transverso-spinales colli (Semispinalis cervicis und Multifidus spinae).

10) für die Beugebewegung der Halswirbel schief nach aussen oder gerade nach vorn: die Scaleni und der Longissimus colli.

11) für die Beugebewegung der Halswirbel nach der Seite: die Transverso-spinales colli (Semispinalis cervicis und Multifidus), die Intertransversales colli und der Levator anguli scapulae.

12) für die Streck- und Rotationsbewegungen des Kopfes: die Clavicularportionen des Trapezius, der Splenius capitis, der Complexus major und minor, der Rectus capitis posticus major und minor, der Obliquus capitis superior und inferior.

13) für die Beugebewegung des Kopfes nach vorn: der Rectus capitis anticus major und minor.

14) für die Beugung und Drehung des Kopfes: der Sternokleidomastoïdeus.

§ I. Elektrophysiologie.

A. Versuche.

An Individuen, bei denen die oberflächliche Muskellage an der Rückseite des Rumpfes durch die progressive Muskelatrophie zerstört worden war (die Trapezii, Rhomboïdei, Latissimi dorsi und Serrati antici), konnte ich vergleichsweise die auf diese Weise subcutan gewordenen verschiedenen Gruppen von Muskelbündeln faradisiren, die etwas tiefer zu beiden Seiten der Wirbelsäule liegen. Die Versuche wurden angestellt, während die Individuen auf einer horizontalen Ebene platt auf dem Bauche lagen, oder, (und mit Vorliebe), während sie auf einem Schemel sassen.

I. Wenn die Elektroden im Bereich der Bündel des einen

Sacro-lumbalis oberhalb ihrer Austrittsstelle aus der gemeinschaftlichen Aponeurose angelegt wurden, so neigte sich der Rumpf schief nach hinten und nach der Seite der Reizung, und die Wirbel beschrieben ungefähr vom 8. Rückenwirkel an nach abwärts einen Bogen, dessen Convexität nach der nicht gereizten Seite gerichtet war.

II. Wurden die Elektroden im Bereich der sog. äusseren Endigungsbündel des Longissimus dorsi angelegt, so riefen sie dieselbe Bewegung hervor wie bei Reizung des Sacro-lumbalis.

Die Seitwärtsneigung durch Reizung des Sacro-lumbalis war jedoch etwas ausgesprochener.

III. Im Bereich derjenigen Bündel des Longissimus dorsi, welche man innere Transversal-endfascikel der Rückengegend nennt, bewirken die Elektroden eine schiefe Bewegung der Streckung und Neigung nach der gereizten Seite.

Wurden die Elektroden in der Nachbarschaft der Processus spinosi der Rückenwirbel an den Punkten, die den interspinalen Bündeln des einen Longissimus dorsi entsprechen, angelegt, so führten sie die gerade Streckung der Brustwirbel herbei.

IV. Wurden sie endlich im Bereich eines Cervicalis descendens angelegt, an den sogen. Verstärkungsbündeln des einen Sacro-lumbalis, so neigten sich der Hals und der Rücken schief nach hinten und nach der gereizten Seite und beschrieben vom Mitteltheil des Halses ab bis zum unteren Theil des Rückens einen Bogen, dessen Convexität nach der den gereizten Muskelbündeln gegenüberliegenden Seite gerichtet war.

V. Die Transverso-spinales oder Quadrati lumborum direct zu faradisiren habe ich noch nicht Gelegenheit gehabt.

VI. Die elektrophysiologischen Versuche, die ich an den Bauchmuskeln angestellt habe, dem Obliquus externus und internus als Beuge- und Rotationsmuskel der Lendenwirbel, und dem Rectus abdominis, dem Beuger der Lendenwirbel in gerader Richtung, sind bei Gelegenheit der Studie über ihre expiratorische Wirkung berichtet worden (s. S. 538 u. 539 I Obliquus externus und IV Rectus abdominis).

VII. Die Versuche, die ich an den speciell die Halswirbel bewegenden Muskeln, so weit sie der elektrischen Reizung zugänglich waren, angestellt habe, haben im Allgemeinen nur zur Bestätigung der Ansichten geführt, welche die Autoren über die Eigenthätigkeit dieser Muskeln geäussert haben.

B. Bemerkungen.

644. Einige von den im Vorstehenden berichteten Experimenten (siehe I und III) beweisen, dass die Bündel des Sacro-lumbalis und diejenigen des Longissimus dorsi, die an der Aussenseite des Winkels der letzten Rippen an den Processus transversi oder costales der Lendenwirbel und an den Tuberculis ihrer Gelenkfortsätze endigen, auf die Lendenwirbel und die letzten Rückenwirbel eine identische Wirkung ausüben. Wenn sie nämlich einseitig gereizt werden, so ertheilen sie ihnen die gleiche schiefe Bewegung einer Streckung und Seitwärtsbeugung nach der der Reizung entsprechenden Seite, wobei ein leichter Bogen zu Stande kommt, dessen Convexität nach der entgegengesetzten Seite gerichtet ist, und der oben ungefähr in der Höhe des achten oder neunten Rückenwirbels beginnt. Die genannten Muskelbäuche unterscheiden sich unter einander einzig durch die Kraft, mit der sie die Lendenwirbel seitwärts beugen: die Bündel des Sacro-lumbalis also bewirken die Seitwärtsneigung des Rumpfes mit grösserer Kraft, weil ihre Richtung mehr senkrecht zu den Hebelarmen (den Rippen) steht, die sie in Bewegung setzen. und weil diese Hebelarme länger sind.

Alles in Allem bildet die Masse der Muskelbündel des Sacro-lumbalis und des Longissimus dorsi, die an den Lendenwirbeln und an den letzten Rippen ihre obere Endigung haben, einen einzigen Muskel, welcher die Lendenwirbel und die letzten Rückenwirbel streckt und seitwärts beugt. Ich nenne diese Bündel: Spinales lumborum superficiales.

645. Nach Sabatier ertheilt sowohl der Sacro-lumbalis als der Longissimus dorsi den Wirbeln eine Rotationsbewegung um ihre senkrechte Axe. Die Anatomen nach ihm haben dieselbe Ansicht ausgesprochen. Heute sprechen die Autoren eine solche rotatorische Wirkung nur dem Longissimus dorsi zu. *)

Aus meinen elektrophysiologischen Versuchen hat sich ergeben, dass der Longissimus dorsi die Rotationswirkung, die ihm von den anatomischen Autoren zugeschrieben worden ist, auf die Wirbelsäule nicht übt.

Wie man nämlich gesehen hat, wurde durch Faradisation der Lendenbündel dieses Muskels der Rumpf nur in schiefer Richtung nach hinten und seitlich geneigt, ohne die geringste wahrnehmbare Rotation der Lendenwirbel. Es ist richtig, dass, wenn zur Zeit der

---

*) Cruveilhier, Traité d'anatomie descriptive IV. éd. I. p. 513. und Sappey, Traité d'anatomie descriptive I. Bd. p. 181. 1850.

Faradisation die Lendenwirbel so rotirt waren, dass die vordere Fläche des Rumpfes nach der entgegengesetzten Seite sah, die Contraction dieses Muskels durch eine geringe Bewegung der Lendenwirbel nach der entgegengesetzten Richtung die Vorderseite des Rumpfes nach vorn zurückführte; aber auch diese Rotationsbewegung wurde nur mit sehr geringer Kraft ausgeführt. Die Faradisation des Sacro-lumbalis, in derselben Stellung des Rumpfes ausgeführt, rief eine leichte Rotationsbewegung der Lendenwirbel in derselben Richtung hervor.

646. Die wesentlichen Rotatoren dieser Wirbel sind die Transverso-spinales, die man Spinales lumborum profundi nennen kann, um sie von den Spinales lumborum superficiales zu unterscheiden. Da diese Muskelbündel der Faradisation unzugänglich sind, habe ich ihre Eigenwirkung dadurch zu zeigen versucht, dass ich an einer Wirbelsäule, bei der die Muskeln frisch losgelöst waren, mit Ausnahme ihrer Transversi spinales, das folgende mechanische Experiment anstellte. Ich befestigte einen Bindfaden an der Spitze eines Processus spinosus lumbalis, entsprechend der oberen Endigung eines Bündels der Transverso-spinales; dann zog ich ihn durch einen kleinen Ring hindurch, der an einem Processus transversus lumbalis an dem Punkte, der dem unteren Ansatz des betreffenden Muskelbauches entsprach, befestigt war, und zog nun an dem Bindfaden, so dass ich dasselbe Ergebniss hatte, wie bei der Verkürzung dieses Muskelbündels. Dann drehte sich der Wirbel, zu dem der Processus spinosus gehörte, an dem der Faden befestigt war, etwas auf dem nächst unteren Wirbel, so dass sein Körper etwas nach der entgegengesetzten Seite sah. Während dieser Rotationsbewegung bemerkte ich nicht die geringste Streckbewegung dieses Wirbels gegen den folgenden. Um eine Streckbewegung bei demselben herbeizuführen, musste ich in derselben Weise einen anderen Faden an denselben Punkten der anderen Seite befestigen und an beiden Fäden zu gleicher Zeit ziehen. Wie man begreift, wurde auf diese Weise die Drehung des Wirbels ausgeglichen, und ich musste seine directe Streckung auf dem nächst unteren Wirbel erzeugen. Nachdem dieser Versuch an den Wirbeln der anderen Gegenden die gleichen, aber weit weniger ausgesprochenen Resultate gegeben hatte, schloss ich daraus, dass die Transverso-spinales wesentlich Rotatoren sind und Extensoren nur dann werden, wenn sie auf beiden Seiten zugleich wirken.

647. Die Versuche III und IV haben die Ansicht der Autoren über die Wirkung der beiden Gruppen von Muskelbündeln, die im

Allgemeinen als Verstärkungsbündel des Sacro-lumbalis und Interspinalbündel des Longissimus dorsi bezeichnet werden, bestätigt und gezeigt, dass die ersteren bei ihrer seitlich ausgeführten Faradisation die Streckung der fünf letzten Halswirbel und der sieben oder acht ersten Rückenwirbel und eine Seitwärtsbewegung derselben nach der gereizten Seite bewirken, dass ferner die zweiten unter den gleichen Umständen die Streckung der Rückenwirbel in gerader Richtung bewirken.

648. Ich werde alle diese Muskelbündel als Spinales dorsi superficiales bezeichnen und verstehe darunter die inneren transversalen Verstärkungsbündel des Longissimus dorsi im Brustabschnitte. Es fragt sich: Sind diese Bündel wirklich, wie die meisten Autoren lehren, nur ein Anhang zu den Spinales lumborum superficiales? Ist es wahr, dass sie sich nicht selbstständig contrahiren? Muss man sie noch weiterhin unter dem Namen des Sacrolumbalis und Longissimus dorsi zusammenwerfen, wie es die meisten Anatomen thun?

Einige Autoren (Diemerbroeck*), Albinus**), Winslow***) haben schon vor langer Zeit, hauptsächlich auf das anatomische Verhalten dieser Muskelbündel gestützt, daraus, wie mir scheint, mit Recht zwei selbstständige Muskeln gemacht und den einen Cervicalis descendens, den anderen Spinalis magnus dorsi genannt; anatomisch war diese Theilung durchaus begründet. Die unteren Ansatzstellen nämlich, welche der erstere von den beiden Muskeln am oberen Winkel der sieben oder acht ersten Rippen. der zweite an den Processus spinosi der Rückenwirbel hat, genügen, um sie von der Masse der Muskelbündel zu unterscheiden, die den eigentlichen Sacro-lumbalis und Longissimus dorsi zusammensetzen und ihre untere Endigung vermittelst der gemeinschaftlichen Aponeurose an der Spina ilei posterior superior, an der entsprechenden Partie der Crista ilei, an der Tuberositas ossis ilei, an der Crista des Kreuzbeins und endlich an den Spitzen der Dorfortsätze sämmtlicher Lendenwirbel finden.

649. Die Unterscheidung, die man zwischen den Spinales dorsi superficiales und den Spinales lumborum superficiales aufstellen muss, gründet sich hauptsächlich auf die besondere Wirkung, die sie jeder selbstständig auf die verschiedenen Abschnitte der Wirbel-

*) De Diemerbroeck Anat. lib. X.

**) Historia musc. hom. lib. III. cap. CXI. 1734.

***) Traité des muscles p. 80 ff., No. 1212 und 1213.

säule üben, wie durch die Experimente, die ich mitgetheilt habe, anschaulich gezeigt worden ist.

Man kann diese Versuche in mehrfacher Weise variiren und combiniren, um die absolute Selbstständigkeit dieser verschiedenen Gruppen von Muskelbündeln besser zu demonstriren.

Wenn ich z. B. die Biegung der Lenden- oder Rückengegend gezeigt hatte, die sich unter Einwirkung einseitiger Faradisation der Spinales lumborum oder Spinales dorsi abzeichneten, und nun alle diese Bündel zugleich an der Lendenregion der einen Seite und an der Dorsalregion auf der anderen Seite reizte, so sah man sich zwei Biegungen in entgegengesetzter Richtung ausbilden, von denen die eine den Lenden-, die andere den Dorsal-Abschnitt betraf, deren Convexität nach der entgegengesetzten Seite sah, als die gereizten Bündel lagen. So entstand eine künstliche falsche Scoliose, die sich selbstverständlich von der wahren oder pathologischen Scoliose durch den sehr wenig ausgesprochenen Grad der Verkrümmung und durch das Fehlen von Wirbelverbildungen unterscheidet. (Auf diesen Gegenstand komme ich noch zurück, wenn ich das Zustandekommen dieser pathologischen Entstellungen besprechen werde.) — Reizte ich dann die Spinales dorsi und lumborum gleichzeitig auf derselben Seite, so bildete sich eine langgedehnte Dorso-lumbalbiegung, deren Convexität der gereizten Seite entgegengerichtet war. — Die gleichzeitige Faradisation der Spinales lumborum auf beiden Seiten bewirkte die kräftige Streckung der Lendenwirbel in gerader Richtung und liess den acht oder neun oberen Rückenwirbeln und den Halswirbeln die Freiheit, sich nach vorn zu beugen. — Die seitliche Faradisation der Spinales dorsi descendentes bewirkte die Streckung der Hals- und Rückenwirbel in gerader Richtung und liess den Lendenwirbeln die Freiheit, sich nach allen Richtungen zu bewegen. — Die gleichzeitige Faradisation endlich aller Lumbal- und Dorsalbündel bewirkte eine Art von Opisthotonus, bei welcher der Kopf allein die vollständige Freiheit seiner Bewegungen bewahrte.

650. Herr Cruveilhier sagt: „Es ist unmöglich, die Dorsalregion und den unteren Theil der Cervicalregion zurückzubiegen, ohne gleichzeitig die Lendenregion zurückzubiegen.“ *) Wollte mein gelehrter Lehrer damit die Selbstständigkeit der Muskeln leugnen, die diese verschiedenen Abschnitte der Wirbelsäule strecken, und hielt er für unmöglich, den Lendentheil der Wirbelsäule rückwärts zu

*) Traité d'anat. descr. IV. éd. p. 514.

beugen, ohne dass gleichzeitig der Rücken- und Halstheil derselben rückwärts gebeugt würde, und umgekehrt?

Ich wüsste nicht, auf welche Thatsachen sich diese Behauptung stützen könnte, denn sie widerstreitet der Beobachtung. Es ist sehr richtig, dass für gewöhnlich beim Aufrecht-Stehen und -Gehen die Wirbelsäule durch synergische Contraction aller sie bedingenden Muskeln in Streckstellung gehalten wird. Wenn man sich aber dann sehr müde fühlt, so bleiben die Streckmuskeln der Lenden- und der letzten Rückenwirbel allein contrahirt, um das Vorwärtsfallen des Körpers zu verhindern, während die Streckmuskeln der Rückenwirbel und zuweilen auch der Halswirbel in Erschlaffung fallen. Dann flacht und rundet sich der Rücken ab, und der Hals neigt sich nach vorn. Dieselbe Stellung nimmt der Rumpf oft auch beim Stehen oder Gehen unter dem Einfluss trauriger Vorstellungen, der Niedergeschlagenheit, an. Gewinnt das Individuum seine Energie wieder, so treten die Spinales dorsi superficiales und die Cervicales descendentes wieder in Wirkung, und augenblicklich wird der Rumpf oder Hals aufgerichtet.

Man sieht ja auch bei gewissen Stellungen im aufrechten Stehen, dass eine Seitwärtskrümmung der Lumbo-dorsalgegend eine physiologische Beugung der Lumbalwirbel zur Folge hat, die die Bildung einer compensirenden Krümmung des Dorso-cervical-Abschnittes nach der entgegengesetzten Seite nothwendig macht. Diese Bewegungen der verschiedenen Wirbelsäulenabschnitte nach entgegengesetzter Richtung, die bei gewissen Stellungen des Rumpfes physiologischer Weise stattfinden, hat Herr Bouvier *) abgebildet. Diese S-förmige Krümmung der Wirbelsäule, eine physiologische falsche Scoliose, die durchaus der gleicht, die ich mit Hilfe der Faradisation herbeiführen konnte (siehe 649), entsteht hauptsächlich durch die Contraction der Spinales lumborum der einen Seite und der Spinales dorsi der anderen Seite.

651. Es wäre überflüssig gewesen, meine Versuche an denjenigen speciell zur Bewegung der Halswirbel und des Kopfes bestimmten Muskeln, die durch die Elektrisation erreicht werden können, in allen ihren Einzelheiten mitzutheilen, weil diese Versuche mich fast nichts Neues gelehrt haben. Ich werde mich daher darauf beschränken, hier kurz gefasst meine Ansicht über die Eigenwirkung der genannten Muskeln und zugleich derer, die nicht direct

*) Leçons cliniques sur les maladies chroniques de l'appareil locomoteur. Atlas pl. II, Fig. V.

faradisirt werden können, mitzutheilen, und diese Ansicht ist oft mit der der Autoren vollkommen übereinstimmend.

1) Besondere Strecker und Rotatoren der Halswirbel. — Der wichtigste von den Streckern der Halswirbel ist der Cervicalis descendens, weil er hauptsächlich die Bestimmung hat, jeden einzelnen gegen den Dorsalabschnitt der Wirbelsäule zu strecken. Er wirkt auf die Tubercula posteriora der fünf letzten Halswirbel, und sein fester Punkt ist der obere Winkel der acht oder neun ersten Rippen.

Nach ihm kommen die Interspinales colli, welche die Halswirbel gegen einander strecken.

Was ich von den Transverso-spinales lumborum gesagt habe, ist auch auf die Transverso-spinales colli anwendbar, d. h. sie sind vor Allem Rotatoren der Halswirbel und strecken sie nur dann kräftig, wenn sie sich auf beiden Seiten zugleich contrahiren.

2) Besondere Beuger der Halswirbel. — Die Scaleni, deren Function als Hilfsmuskeln der Inspiration ich oben nachgewiesen habe (siehe 633), sind nicht weniger wichtig für die Beugung des Halses. Wenn sie diese letztere Bewegung bewirken, so wirkt der Scalenus anticus auf den vorderen Theil der Processus transversi des dritten bis sechsten Halswirbels, und sein fester Punkt liegt am oberen Rande der zweiten Rippe und der oberen Fläche der ersten Rippe; der Scalenus posticus wirkt dann auf die Tubercula posteriora der Processus transversi der sechs letzten Halswirbel, und sein fester Punkt befindet sich an einem Höckerchen, das in der Mitte der oberen Fläche der ersten Rippe liegt. Ihre einseitige Contraction beugt den Hals schief nach vorn und aussen; wenn sie sich doppelseitig contrahiren, so wird der Hals gerade nach vorn gebeugt. Endlich können sie dem Halse eine halbe Circumductionsbewegung, die der vorderen Hälfte eines Kreises entspricht, durch auf einander folgende Contraction ihrer Bündel ertheilen.

Diese Thatsachen konnte ich vermittelst der elektrischen Versuchsmethode constatiren, wenn ich an Individuen, deren Sternokleidomastoïdei atrophirt waren, im Aufrechtstehen den Scalenus anticus einer Seite oder beider Seiten zugleich faradisirte. In diesem Falle sah ich sie auch sehr energisch in Contraction gerathen, wenn die Individuen sich aus der Rückenlage in die sitzende Stellung aufrichteten. Sie verhinderten dann, dass der Hals durch die Schwere des Kopfes in Streckstellung verfielen. — Endlich sind die genannten Beugemuskeln des Halses gegen die Brust auch die Antagonisten des Cervicalis descendens.

Die untersten Bündel des Longissimus colli (die Transverso-spinales anteriores), die vom Körper der drei ersten Rückenwirbel entspringen und sich an den Tubercula anteriora der Processus transversi des dritten und vierten Halswirbels befestigen, sind die einzigen Bündel dieses Muskels, welche als Beuger der Halswirbel wirken. — Die beiden anderen, oberen Portionen dieses Muskels, die von den Tubercula anteriora des dritten bis fünften Halswirbels und der vier letzten Halswirbel entstehen und sich an der Spina und den Cristae des Atlas ansetzen, dienen dazu, den Kopf durch Vermittelung des Atlas nach vorn zu beugen.

3) Seitwärtsbeuger der Halswirbel. — Die Intertransversales colli beugen die Halswirbel seitlich gegen einander.

Der Transverso-spinalis colli beugt jeden der fünf letzten Halswirbel nach der Seite und wirkt auf die Tubercula posteriora der genannten Wirbel, während der feste Punkt am dritten bis fünften Rückenwirbel liegt.

Die vorstehenden Behauptungen können begreiflicher Weise durch die elektrophysiologische Versuchsweise nicht constatirt werden.

Den Autoren zufolge würde der Levator anguli scapulae den Halswirbeln die doppelte Bewegung einer Streckung und Seitwärtsneigung ertheilen, sobald der feste Punkt unten liegt. Ich habe schon bewiesen, dass seine Einzelreizung immer die Hebung des inneren Winkels des Schulterblattes zur Folge hat, dass er eine Drehung desselben um seinen äusseren Winkel bewirkt und gewöhnlich mit dem oberen Drittel des Trapezius zusammen bei der Hebung der Schulter mitwirkt (siehe 35). Ich glaube nicht, dass der Muskel oft die Function hat, den Hals seitlich zu beugen, denn zu diesem Zweck müsste das Schulterblatt durch seinen Antagonisten, die untere Portion des Serratus anticus magnus, fest in seiner Lage gehalten werden, und dies sind Bedingungen, die sich selten bieten müssen.

4) Strecker und Dreher des Kopfes. — Mit Hilfe der elektrophysiologischen Versuchsweise habe ich schon gezeigt, dass die Clavicularportion des Trapezius bei ihrer einseitigen Reizung dem Kopfe eine combinirte Bewegung der Streckung und Beugung nach ihrer Seite ertheilt und gleichzeitig den Kopf nach der entgegengesetzten Seite dreht (s. S. 2).

Die Faradisation des Splenius ertheilt dem Kopfe dieselben Bewegungen, jedoch mit dem Unterschiede, dass sich der Kopf bei seiner einseitigen Contraction nach der gleichen Seite dreht.

Der Complexus major und minor, wenn einseitig an Individuen gereizt, bei denen der Trapezius und die Splenii atrophirt

waren, bewirkten die Streckung des Kopfes und neigten ihn gleichzeitig leicht nach ihrer Seite, ohne ihm eine merkliche Rotationsbewegung zu ertheilen.

Wurden die Streck- und Drehmuskeln des Kopfes, von denen die Rede war, auf beiden Seiten zugleich gereizt, so bewirkten sie, wie Jeder leicht voraussehen kann, die Zurückbiegung des Kopfes gerade nach hinten.

Ein wichtiges Factum ging aus diesen Versuchen hervor, ich erhielt nämlich trotz der doppelseitigen Faradisation des kräftigsten unter diesen Muskeln eine Streckung des Kopfes nur dann, wenn in Folge von Atrophie der speciellen Streckmuskeln der Halswirbel der Hals nach vorn gebeugt war, was beweist, dass diese Muskeln die Streckung des Halses nicht bewirken können.

Nach Winslow*) „dienen der Rectus capitis posticus major und minor und der Obliquus capitis major und minor sämmtlich dazu, den Kopf durch eine Ginglymusbewegung auf dem ersten Wirbel etwas zurückzuneigen. Sie können nicht anders und auch nicht getrennt wirken. Die grossen tragen zu dieser Bewegung mehr bei als die kleinen. Die letzteren scheinen ausserdem noch die Verrichtung zu haben, die Gelenkmembranen zu schützen, damit sie bei starken Bewegungen nicht eingeklemmt werden." Ich war nicht in der Lage, diese Angaben auf dem Wege des elektrophysiologischen Experimentes zu verificiren.

5) Beuger des Kopfes. — Als ich die Bedeutung der Mitwirkung des Sternokleidomastoïdeus bei der Inspiration zu untersuchen hatte, habe ich vermittelst der elektrophysiologischen Versuchsweise gezeigt, dass die gleichzeitige Contraction beider Sternokleidomastoïdei die Beugung des Kopfes nach vorn bewirkte, wenn er sich zur Zeit der Contraction in der Stellung befindet, die er normaler Weise beim aufrechten Stehen einnimmt; dass aber die Muskeln im Gegentheil eine Streckung des Kopfes bewirken, wenn er sich dabei in einem gewissen Grade der Rückwärtsneigung befindet. Diese Streckung des Kopfes kann man nicht mehr erhalten, sobald man nur einen Sternokleidomastoïdeus zur Contraction bringt, wenn er auch zur Zeit der Contraction stark rückwärts geneigt stehen sollte; er neigt sich dann nach der gereizten Seite und dreht sich so um seine Axe, dass das Gesicht nach der entgegengesetzten Seite sieht.

Da ich im Stande war, die beiden Portionen des Muskels, jeden für sich, in Contraction zu versetzen, konnte ich bemerken, dass

*) l. c. No. 1184, p. 344.

seine Sternalportion eine stärkere Rotationswirkung hat als seine Clavicularportion.

Ich glaube nicht, dass man wegen dieser verschiedenen Wirkung der beiden Portionen des Sternokleidomastoïdeus dieselben getrennt beschreiben muss, wie einige alte Anatomen gethan haben, denn beide Portionen functioniren fast immer zusammen. Auf diese Frage behalte ich mir vor, zurückzukommen, wenn ich zeigen werde, dass sie bisweilen isolirt erkranken.

„Der Rectus capitis anticus major und minor und der Rectus capitis lateralis setzen," wie Winslow *) sagt, „den Kopf auf dem ersten Wirbel in Bewegung nach vorn. Der Rectus capitis anticus minor und der Rectus lateralis dient ferner dazu, wie die Recti postici, die Kapselbänder bei den verschiedenen Bewegungen zu schützen." Ich hatte nicht die Möglichkeit, diese Angaben auf dem Wege des elektrischen Experimentes zu verificiren.

§ II. Pathologische Physiologie.

A. Einfluss der Streck- oder Beugemuskeln der Lendenwirbel auf die Haltung des Rumpfes, auf den Grad der Lumbo-sacral-Biegung und der Beckenneigung beim aufrechten Stehen, durch Atrophie oder Lähmung dieser Muskeln nachgewiesen.

Der Hauptzweck der klinischen Studie, die ich hier bringen will, besteht darin, den Einfluss nachzuweisen, den auf die Haltung und Gestalt der verschiedenen Theile der Kopfwirbelsäule die verschiedenen Gleichgewichtsbedingungen ausüben, die zwischen den tonischen Kräften der sie bewegenden Muskeln bestehen. Gleichzeitig soll sie den Mechanismus ihrer Verkrümmungen nachweisen.

a. Atrophie oder Lähmung der Muskeln, die die Lendenwirbel strecken.

652. Bei der progressiven Muskelatrophie sind die Mm. spinales lumborum weit häufiger atrophirt als die des Abdomens. Wenn ich sie in ihrer Ernährung oder ihrer Motilität auf beiden Seiten lädirt fand, so bog sich der Rumpf beim Stehen auf beiden Füssen gerade nach hinten zurück, und es bestand dabei ein gerades Verhältniss zu dem Masse der Schwäche der genannten Muskeln. Ein Lothblei, das man dann von der Spitze der am meisten hervorspringenden Processus spinosi dorsales fallen liess, ging in einer

*) l. c. No. 1185, p. 344.

grösseren oder geringeren Entfernung hinter dem Kreuzbein vorbei, während es im Normalzustande dem Knochen im Allgemeinen sehr nahe kommt oder ihn selbst berühren muss.

Unter Anderem stellte ich bei einem Individuum mit Muskelatrophie, dessen Beobachtung ich an einer anderen Stelle *) veröffentlicht habe, fest, dass diese verticale Linie 15—16 cm hinter dem Os sacrum vorbeiging (siehe Fig. 97). In der Ueberschrift lautet diese Beobachtung: „Progressive Muskelatrophie der Sacrospinales und Longissimi dorsi, der Streckmuskeln des Halses, der Deltoïdei, der Infraspinati, der mittleren Drittel der Trapezii und einiger Interossei an den Händen; Heilung durch locale Faradisation; Rückfall in Folge angestrengter Arbeit." So interessant die Einzelheiten dieser Beobachtung sind, so will ich hier nur an diejenigen erinnern, die zur Aufhellung der hier vorliegenden physiologischen Frage dienen können.

Der Kranke war in der Geflügelhalle angestellt. Nachdem er sehr schwere Lasten auf dem Kopfe getragen hatte, hatte er zuerst eine zunehmende Schwäche der Streckbewegungen der Wirbelsäule im Dorso-lumbal-Abschnitt bemerkt und hatte seit mehreren Monaten seine Stelle als Träger aufgeben müssen. Als er mir im Jahre 1849 zugeschickt wurde, konnte er den Rumpf nicht wieder aufrichten, wenn er in Beugung stand. Die Muskeln, die die Vertiefung zu beiden Seiten der Wirbel ausfüllten, besonders die Spinales lumborum, waren atrophisch und antworteten nur schlecht auf den elektrischen Reiz. Beim aufrechten Stehen warf der Kranke seinen Rumpf derart zurück, dass ein Lothblei, das von dem am meisten nach hinten hervorragenden Processus spinosus dorsalis ausging, ungefähr 15 cm hinter der Rückfläche des Kreuzbeins vorbeiging (siehe Fig. 97).

Diese Haltung des Rumpfes war durch eine gewaltsame Zurückbiegung der Lendenwirbel bedingt; dieselben bildeten mit dem Kreuzbein eine Art abgerundeten Winkels, oberhalb dessen die Wirbelsäule eine fast gerade, sehr stark nach hinten geneigte Linie bildete; zugleich stand das Becken in äusserster Streckung gegen die Oberschenkel, so dass die Hinterbacken fast ganz und gar ausgeglichen waren. Um sich dabei im Gleichgewicht zu halten, war der Kranke gezwungen, die Oberschenkel gegen die Unterschenkel und die letzteren gegen die Füsse zu beugen, weil ihm sonst ein Sturz nach

*) Electrisation localisée I. éd. 1855. Obs. LXXXIX, p. 824 und II, éd. 1861. Obs. C, p. 455.

rückwärts drohte; seine Arme hingen senkrecht hinter dem Rumpf herab, und wenn er sie noch so wenig nach vorn bringen wollte, so ging dabei das Gleichgewicht verloren und der Körper fiel nach vorn über. — Man bemerkt jedoch, dass er auf Figur 97 seine Arme auf der Brust gekreuzt halten kann. Den Grund davon werden wir bald erfahren.

Als sich der Kranke mit dieser eigenthümlichen Lordose durch Lähmung der Strecker der Lendenwirbel, die sich, wie man bald sehen wird, von der Lordose durch Lähmung ihrer Beuger stark unterscheidet, mir zum ersten Male zur Beobachtung vorstellte, dachte ich zu allererst, dass nur eine Lähmung der Bauchmuskeln die Ursache sein könnte. Diese Diagnose war irrthümlich, denn ich constatirte bald, dass der Kranke, wenn er horizontal auf dem Rücken lag, sich unter kräftiger Contraction seiner Bauchmuskeln und der Mm. psoas und iliacus aufrichten und in sitzende Stellung bringen konnte, und bei einer vollständigeren Untersuchung sah ich, dass seine Rumpfhaltung beim aufrechten Stehen ausschliesslich durch Atrophie seiner Sacro-spinales bedingt war.

653. Diese Beobachtung beweist, dass der Lendentheil der Wirbelsäule beim aufrechten Stehen beständig eine solche Tendenz hat, durch das Gewicht der Brust- und Baucheingeweide in Beugestellung nach vorn gezogen zu werden, dass ein Individuum mit Lähmung der Streckmuskeln der Lendenwirbel gezwungen ist, seinen Rumpf so weit nach hinten zurückzuwerfen, bis das Gewicht desselben ihn in dieser Stellung im Gleichgewicht hält und nicht mehr von den Bauchmuskeln getragen wird; um dies aber zu erreichen, muss die Schwerlinie des Rumpfes so weit zurückgelegt werden, dass sie nach hinten von der Unterstützungsfläche fallen und deswegen ein Rückwärtsfallen nicht zu vermeiden sein würde, wenn sie bis zu dieser Unterstützungsfläche zurückgeführt würde. — Dies hat, wie man sich erinnert, unser Kranker dadurch gethan, dass er die Unterschenkel gegen die Füsse und die Oberschenkel gegen die Unterschenkel sehr stark beugte.

654. Die zunehmende Rückkehr der Ernährung und der Kraft in den Streckmuskeln der Lenden- und letzten Rückenwirbel, die man vermittelst der localen Faradisation bei diesem Individuum erreichte, verschaffte mir die Gelegenheit, die Bedeutung der Rolle, die die Beugemuskeln des Rumpfes beim Stehen zu erfüllen haben, in ihrem Werthe zu beurtheilen.

Sobald die Rinnen zu beiden Seiten der Wirbelsäule, die sich durch die Atrophie seiner Mm. spinales in der Lendengegend aus-

gehöhlt hatten, sich zu füllen begannen, setzte mich die sehr merkliche Rückkehr der Wirbelsäule in ihre normale Stellung in Erstaunen. Die Verticallinie, welche beim aufrechten Stehen von den hervorstehendsten Processus spinosi dorsales gezogen wurde, ging vor der Behandlung 15—16 cm hinter dem Kreuzbein vorbei; jetzt fand sie sich nur 8—9 cm davon entfernt. Der Kranke, der vorher, um sein Gleichgewicht zu bewahren, gezwungen war, seine Arme hinter den Rumpf herabfallen zu lassen, und nicht im Stande war, sie auch nur wenig nach vorn zu bringen, ohne dass der Rumpf in Beugestellung gezogen wurde, konnte jetzt die Arme auf der Brust kreuzen. (Zu dieser Zeit habe ich seine Photographie abgenommen, nach der die Figur 97 gezeichnet worden ist.) Von der Zeit ab richtete sich der Rumpf wieder auf, und er konnte die Arme mehr und mehr nach vorn bringen, ohne dass er dadurch in Beugestellung mitgezogen wurde. Endlich nahm der Rumpf seine natürliche Stellung wieder ein, als sich der Kranke nach vorn neigen konnte, ohne zu fallen.

Die Erscheinungen, die ich so eben berichtet habe, sind leicht zu deuten. Als der Kranke die Wirkung seiner Mm. spinales lumbo-dorsales verloren hatte, spielten beim aufrechten Stehen seine Bauchmuskeln die Hauptrolle: sie hielten den Rumpf, der durch seine Schwere nach rückwärts fiel, in seiner Lage unterstützt. Sobald aber die Kraft seiner Mm. spinales begann wieder zu erscheinen, betheiligten sie sich, freilich zuerst nur schwach, mit den Bauchmuskeln an der Aufgabe, die gerade Stellung des Rumpfes zu unterhalten, und dieser Antheil, den sie beim Stehen nahmen, wurde um so grösser, je mehr ihre Kraft wuchs.

Diese Thatsachen kann ich auf eine grosse Zahl von Beobachtungen stützen, und es geht aus ihnen hervor, dass die Rückwärtsbeugung des Rumpfes beim aufrechten Stehen immer im geraden Verhältniss zur Schwäche der Streckmuskeln der Lenden- und letzten Rückenwirbel steht.

b. Atrophie oder Lähmung der Beuger der Lendenwirbel.

655. Es bedarf sicher nicht der klinischen Beobachtung, um zu beweisen, dass die Strecker der Lenden- und der letzten Rückenwirbel beim Stehen die wichtigste Rolle spielen. Es ist aber von Interesse, zu untersuchen, ob diese Muskeln im Normalzustande die Mitwirkung der Beuger des Rumpfes entbehren können, und über diesen Punkt konnte die klinische Beobachtung allein Aufklärung geben.

Dies wird durch Folgendes bewiesen. Ganz analoge Erscheinungen wie die, die ich beschreiben will, habe ich in ihren verschiedenen Graden im folgenden Falle entstehen sehen, dem Beispiel und Typus einer Gattung von Verbildungen der Wirbelsäule, deren Mechanismus bis zum heutigen Tage verkannt worden ist. Eine 28jährige, an progressiver Muskelatrophie leidende Frau hatte nach einander eine ziemlich grosse Zahl von Muskeln des Rumpfes u. A. die Serrati antici magni verloren. (Im ersten Theil dieses Buches siehe 55, Fig. 10, ist dieser Fall schon erwähnt worden, bei Gelegenheit der elektrophysiologischen Studie über den Serratus anticus magnus). Zu gleicher Zeit, wie die Hebung ihrer oberen Extremitäten schwierig wurde, hatte sie, wie sie sagte, wahrgenommen, dass sich ihr Rücken, der vorher in seiner Form nichts Besonderes bot, in der Nierengegend aushöhlte, während sie aufrecht stand oder ging; dass diese Einbiegung seit einem Jahre nach und nach zugenommen hätte. Als ich sie zum ersten Male sah, hatte ihre Sattelbiegung oder Lordose den höchsten Grad erlangt, wie man auf Fig. 98, die nach der Natur gezeichnet wurde, sehen kann. Diese Krümmung wurde durch das Becken gebildet, das stark gegen die Oberschenkel geneigt war, und durch die Lenden- und letzten Rückenwirbel. Ein Lothblei, gegen die Dornfortsätze, die am Rücken am weitesten nach hinten hervorragten, gehalten, fiel ungefähr auf die Mitte des Kreuzbeines. Die Lordose hatte eine grosse Aehnlichkeit mit derjenigen, die man bei doppelter Hüftgelenksluxation beobachtet.

Ich gestehe, dass ich beim ersten Anblick glaubte, die Kranke litte an dieser Gelenkaffection, ich fand aber bald die negativen Zeichen derselben. Wenn ich nämlich dadurch, dass ich sie platt mit dem Bauche auf eine convexe Unterlage legen liess, ihre Einsattelung zum Verschwinden gebracht und statt dessen sogar eine Lendenkrümmung mit hinterer Convexität bewirkt hatte, konnte ich eine vollständige Streckung ihrer Oberschenkel gegen das Becken auf mechanischem Wege bewirken und constatiren, dass die Bewegungen in den Hüftgelenken bei ihr nach allen Richtungen hin frei waren. Sie hatte übrigens auch niemals an den Schmerzen gelitten, die zu den Symptomen einer Coxalgie gehören. Ich musste also die Ursache ihrer Lordose anderswo suchen und beobachtete Folgendes: Wenn die Kranke auf einer etwas schiefen Ebene die
nlage einnahm, so dass ihre Brust höher lag, als ihr Becken,
nte sie sich nicht auf das Gesäss aufrichten, ohne sich mit
rmen zu helfen, und dies konnte sie selbst dann nicht, als ich

mich gegen die Oberschenkel stemmte und sie festhielt. Ihr Psoas und Iliacus internus waren nicht gelähmt, denn stehend oder liegend konnte sie ihre Oberschenkel gegen das Becken beugen. Ich muss noch hinzufügen, dass sie auch ihre Streckbewegungen des Oberschenkels gegen das Becken bewahrt hatte. Man musste also erkennen, dass ihre Bauchmuskeln ihre Wirkung verloren hatten, und dass sie nur aus diesem Grunde sich nicht aufrichten konnte, sobald sie sich in Rückenlage befand. Uebrigens fühlte man bei den Anstrengungen, die sie dann machte, auch keine Contraction an diesen Muskeln.

Alles in Allem konnte die beträchtliche Lordose, die bei dieser Frau eintrat, wenn sie aufrecht stand, nur der Lähmung ihrer Bauchmuskeln zugeschrieben werden.

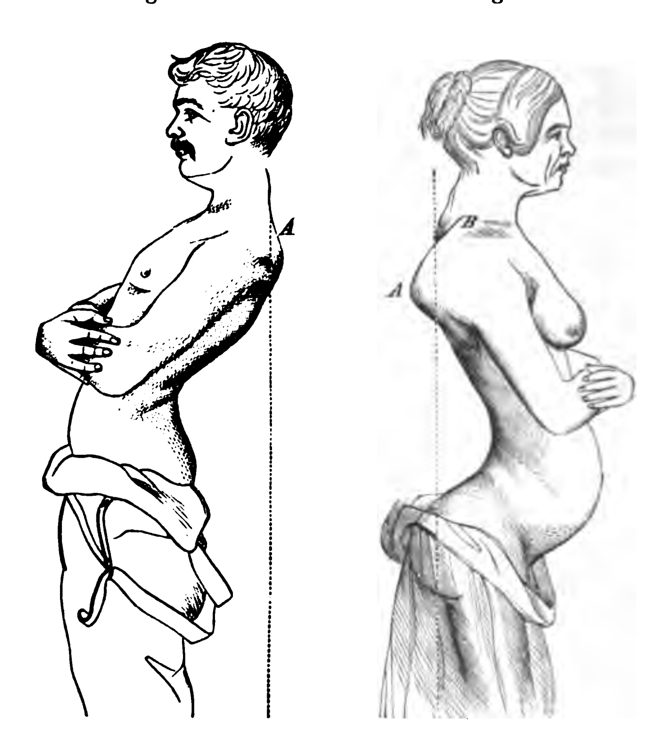
656. Diese besondere Art der Lordose nach Lähmung oder Atrophie der Beuger der Lendenwirbel (der Bauchmuskeln) kommt auf folgende Weise zu Stande. Wenn sich die Kranke beim aufrechten Stehen etwas nach hinten überbog, konnte sie ihren Rumpf nicht mehr halten und auch nicht verhindern, dass er nach dieser Richtung fiel. Um nun unter diesen Umständen einen Sturz zu vermeiden, beugte sie instinctmässig ihr Becken gegen die Oberschenkel, um die ganze Last ihres Rumpfes von den Streckern ihrer Lendenwirbel (den Spinales lumborum) tragen zu lassen; da aber die Schwerlinie des Rumpfes in die Unterstützungsfläche zurückgebracht werden musste, richtete sie den Dorsalabschnitt ihrer Kopfwirbelsäule möglichst auf und contrahirte die Strecker ihrer Lendenwirbel sehr kräftig; daher jene beträchtliche Einsattelung, die man auf Fig. 99 sieht. Man könnte diese Difformität Lordose durch Lähmung der Bauchmuskeln nennen, im Gegensatz zu einer anderen vorher beschriebenen Art von Lordose (s. Fig. 97), die man mit dem Namen „Lordose durch Lähmung der Spinales lumborum“ bezeichnen könnte.

657. Man gestatte mir, im Vorbeigehen die Hauptsymptome zu vergleichen, die diese beiden Arten von Lordose, wenn sie den höchsten Grad der Entwickelung erreicht haben, von einander unterscheiden.

Bei der Lordose durch Lähmung der Mm. spinales lumborum bieten die Lendenwirbel eine gewaltsame Biegung, eine Art abgerundeten Winkels, oberhalb dessen die Wirbelsäule eine stark nach rückwärts geneigte, fast gerade Linie bildet; die Schwerlinie des Rumpfes geht sehr weit hinter dem Promontorium vorbei; eine eigentliche Einsattelung besteht nicht; das Becken ist in extremer

Streckung gegen die Oberschenkel; der Bauch ist flach und die Hinterbacken sind ausgeglichen (s. Fig. 97).

Fig. 97. Fig. 98.



Bei der Lordose durch Lähmung der Bauchmuskeln dagegen besteht eine beträchtliche Einsattelung, gebildet durch das stark geneigte Becken, die Lendenwirbel und die letzten Rückenwirbel. Die Schwerlinie des Rumpfes fällt vor das Promontorium; der Bauch, der auch dann sehr voluminös ist, wenn das Individuum mager ist, beschreibt einen Bogen mit vorderer Convexität, der dem Grade der Einsattelung proportional ist; die Hinterbacken endlich sind sehr stark und hervortretend (s. Fig. 98).

658. Ich kann das Gesagte dahin zusammenfassen, dass man im Angesicht solcher klinischen Thatsachen, wie sie im vorliegenden Paragraphen mitgetheilt wurden, unmöglich den Satz aufrecht erhalten

Fig. 97. Stellung und Gestaltsveränderung des Rumpfes bei der Lordo h Atrophie (Lähmung) der Spinales lumborum.

Fig. 98. Stellung und Gestaltsveränderung des Rumpfes bei der Lordo h Atrophie (Lähmung) der Bauchmuskeln.

kann, dass die Strecker des Rumpfes beim aufrechten Stehen kaum in Wirksamkeit treten, und dass der Widerstand der Ligamenta flava hinreichen soll, zu verhindern, dass der Rumpf durch das Gewicht der Eingeweide in Beugestellung nach vorn gezogen wird. Die klinischen Thatsachen haben im Gegentheil bewiesen, dass, sobald die Strecker des Rumpfes schwach werden, und besonders, wenn sie gänzlich in Wegfall kommen, das Individuum davon bedroht ist, nach vorn zu stürzen, wenn es sich nicht soweit zurückbiegt, dass es das Gewicht des Rumpfes auf die Bauchmuskeln überträgt.

Wie ich gesagt habe, sind es die Bauchmuskeln und nicht die Bauchwände, die dann das Gewicht des Rumpfes tragen; denn wenn diese Beugemuskeln der Lendenwirbel zu gleicher Zeit mit ihren Streckmuskeln gelähmt sind, so wird das aufrechte Stehen und selbst das Sitzen absolut unmöglich. Ein Beispiel der Art ist das Folgende:

Im Jahre 1864 wies mir der Hospitalarzt Herr Oulmont ein Individuum zur Beobachtung zu, den 38jährigen Saillard, Schliesser in Saint-Lubain, der sich seit 13 Jahren weder aufrecht stehend noch sitzend halten konnte. Ohne in die Einzelheiten dieses interessanten Falles einzugehen, ohne die Ursache und die Natur desselben zu untersuchen, will ich nur sagen, dass die Lähmung sich bei ihm plötzlich in Folge einer lebhaften Gemüthbewegung und nach einer angestrengten Arbeit einstellte, und dass er vor diesem Unfall oder zu Beginn desselben weder im Kopf, noch in der Rückenlendengegend, noch in den unteren Extremitäten irgend welche Schmerzen gefühlt hatte. Seine Lähmung war vollkommen auf diejenigen Muskeln beschränkt, welche den Lendenabschnitt der Wirbelsäule bewegen. Wenn er sich in Rückenlage, selbst auf einer geneigten Unterlage befand, konnte er den Rumpf weder nach vorn noch seitlich beugen, und dabei blieben die Bauchmuskeln und Quadrati lumborum unthätig; in sitzende Stellung gebracht, fiel er mit dem Rumpfe nach vorn über, ohne dass er ihn wieder aufrichten konnte, und man fühlte, dass die Spinales lumborum unthätig blieben. Keiner dieser gelähmten Muskeln antwortete auf den elektrischen Reiz, alle anderen Muskeln hatten dagegen ihre Motilität und ihre Kraft bewahrt. Wenn er z. B. auf einer Seite oder auf dem Rücken lag, so konnte er alle Bewegungen des Oberschenkels gegen das Becken mit solcher Kraft ausführen, dass es mir unmöglich war, sie zu verhindern. — Vergeblich versuchte ich mit Hilfe mehrerer Personen, ihn einige Secunden lang sitzend im Gleichgewicht zu erhalten, entsprechend der Angabe der Anatomen,

welche behauptet haben, dass man dies noch an der Leiche erreichen könnte. Sobald man ihn sich selbst überliess, so sank der Körper entweder nach vorn oder nach rückwärts oder seitwärts zusammen. — Endlich konnte dieser Kranke auch nur auf seinen Knieen und Händen (auf allen Vieren, wie man sagt) gehen, und auch dies konnte er nicht lange ohne Ermüdung thun, denn da seine Spinales lumborum atrophirt waren, so gaben seine Lendenwirbel dem Gewicht der Baucheingeweide nach und beschrieben eine erhebliche Lumbosacralkrümmung.

Durch diese klinischen Beobachtungen wird noch eine andere wichtige physiologische Thatsache in helles Licht gestellt, nämlich die synergische Wirkung der Muskeln, die die Lendenwirbel beugen, (der Bauchmuskeln) und ihrer Streckmuskeln, (der Spinales lumborum) beim aufrechten Stehen. Von dieser Thatsache hatten die Physiologen nicht die leiseste Ahnung, und doch ist sie unbestreitbar. Wie ich nämlich so eben gezeigt habe, verändert sich die Stellung und die Gestalt des Rumpfes beim aufrechten Stehen augenblicklich, sobald die Kraft seiner Beugemuskeln abnimmt, und das Becken neigt sich dann stärker, um das Gewicht des Rumpfes durch die Strecker der Lendenwirbel tragen zu lassen.

B. Lumbo-sacralkrümmung und Neigung des Beckens im Normalzustande. — Ihr Werth als ethnologische Charaktere. — Mechanismus ihrer Entwickelung und Unzuträglichkeiten der physiologischen Sattelform. — Welchen Grad sie aus ästhetischem Gesichtspunkt haben muss.

659. Welchen Grad hat die Lumbo-sacralkrümmung der Wirbelsäule und die Beckenneigung im Normalzustande? Die Untersuchungen, die ich über diese Frage angestellt habe, will ich in kurzer Zusammenfassung hier mittheilen. Ich habe von einer grossen Zahl von Individuen (etwa 100) Zeichnungen angefertigt, welche die verschiedenen Krümmungen der Kopfwirbelsäule beim aufrechten Stehen im Normalzustande wiedergeben. Um richtige Zeichnungen zu erzielen, legte ich gegen die Dornfortsätze vom oberen Ende des Halses bis zum unteren Ende des Kreuzbeines einen biegsamen, gegliederten Stab, der die verschiedenen physiologischen Krümmungen der Wirbelsäule annehmen und bewahren konnte und nur dazu diente, die Zeichnung davon auf das Papier zu übertragen.

Die in dem vorhergehenden Unterparagraphen berichteten klinischen Thatsachen waren die Veranlassung, die verschiedenen Fragen aufzuwerfen, die ich an den Kopf dieses Paragraphen gestellt habe und die den Gegenstand desselben bilden werden. Aus

diesen Untersuchungen hat sich ergeben: 1) dass bei einigen Individuen die Lumbo-sacralkrümmung so ausgesprochen war, dass man sie mit der Benennung einer physiologischen Sattelbiegung der Lumbo-sacralgegend bezeichnen konnte, 2) dass sie dagegen bei einigen Anderen kanm angedeutet war, 3) dass sie bei der grössten Zahl in verschiedenen Graden, die sich zwischen diesen Grenzwerthen bewegten, vorhanden war.

Bei allen diesen Individuen fiel die senkrechte Linie, die von der Spitze der am stärksten hervorragenden Dornfortsätze der Rückenwirbel ausging, in eine um so weiter vorn liegende Ebene, und die schiefe Richtung des Beckens war um so bedeutender, je ausgesprochener die Lumbo-sacralkrümmung war. In diesem letzteren Falle also fiel die Senkrechte um einige cm nach vorn von dem hervorragendsten Punkte der Hinterfläche des Kreuzbeines; sie fand sich dagegen einige cm hinter der Rückenfläche des Kreuzbeines, wenn die Sacro-lumbalkrümmung wenig deutlich war.

Was den Grad der Schiefstellung des Beckens betraf, so war es mir leicht, ihn nach der schiefen Richtung von unten und hinten nach oben und vorn, die die hintere Fläche des Kreuzbeines einhielt, abzuschätzen. — Ich habe doch wohl nicht nöthig, auszuführen, dass die Richtung des Kreuzbeines sich nicht ändern kann, ohne dass das ganze Becken in dieselbe Bewegung mit hineingezogen wird.

Welches ist das Mittel aus allen diesen Lumbo-sacralkrümmungen verschiedenen Grades? Nach meiner Meinung wird eine Regel über eine so wichtige Frage nur dann einen wirklichen Werth haben, wenn sie aus mehreren Hundert Fällen hergeleitet sein wird. Ich werde also abwarten, bis sich meine Untersuchungen über eine genügend grosse Zahl von Individuen erstreckt haben, ehe ich mich über diesen Punkt ausspreche.

660. Das kann ich versichern, dass die physiologische Sattelbiegung durchaus nicht etwa selten ist. Sie gehört ja bekanntlich zu den ethnologischen Charakteren gewisser Raçen, gewisser Familien; so sind z. B. die spanischen Frauen, und besonders die Andalusierinnen, wegen ihrer schön ausgeschweiften Rückenlinie berühmt. Ich habe spanische Damen gesehen, deren Lendenkrümmung und deren Streckbewegung der Lendenwirbel so bedeutend war, dass sie sich hinten über biegen konnten, bis sie mit dem Kopfe den Boden berührten. Ich kenne Familien in Lima, bei denen die Sattelbiegung erblich ist. In dieser von Andalusiern gegründeten Colonie ist diese Gestalt der Frauen allgemein, so dass sie die ethnologischen Charaktere der Andalusier in ihrer ganzen

Reinheit bewahrt haben. Ich habe ferner constatirt, dass die physiologische Sattelbiegung einer der unterscheidenden Charaktere eines Theiles der Bevölkerung von Boulogne sur mer und besonders der Frauen dieser Stadt bildet. Endlich habe ich den ausgeschweiften Rücken als hereditäre Eigenschaft sehr ausgesprochen in gewissen Familien vorgefunden, obgleich sie zu einer Raçe gehörten, bei der sie im Allgemeinen kaum angedeutet ist.

Die Sattelbiegung der Lendengegend führt mit Nothwendigkeit zur Bildung einer leichten Dorso-cervicalkrümmung in entgegengesetzter Richtung, einer compensatorischen Krümmung, wie man sie in der physiologischen Sprache nennt, d. h. einer Krümmung, die den Bemühungen, eine andere Krümmung des Skelettes zum Zwecke der Erhaltung des Gleichgewichtes zu compensiren, ihren Ursprung verdankt. Die Aufeinanderfolge dieser Krümmungen, wenn sie nicht übermässig entwickelt sind, verleiht der Gestalt des Rumpfes eine grosse Anmuth, seine Conturen sind dann wellenförmig. Ich habe ferner bemerkt, dass in der ganzen Persönlichkeit der Frauen, die mir diese Form des Rumpfes darboten, im Allgemeinen ein harmonisches Ensemble herrschte: Kleine, sich gut ansetzende Hände und Füsse, ein graziös modellirter Hals, schöne Schultern, elegante Hüften, fast bei allen habe ich diese Charaktere angetroffen. Die Andalusier und die Frauen in Lima haben ausserdem schönes schwarzes Haar, grosse und lebhafte Augen. Auch die Frauen in Boulogne sur mer, die eine sehr ausgesprochene Lumbo-sacralkrümmung haben, besitzen meistens die Gesammtheit der Charaktere, die ich so eben beschrieben habe, und die für die Naturforscher die Veranlassung wurden, ihnen eine spanische Abstammung zuzuschreiben.*)

---

*) „Mehrere Küstenörter des Nordwestens und Westens von Frankreich“, sagt mein gelehrter College, Herr Lagneau, „sollen zum Theil von den Basken colonisirt worden sein. Einige Einwohner der Insel Bréat (Departement des côtes du nord), viele Handwerker- und Bürgerfrauen von Boulogne sur mer und besonders von Granville, die sich durch ihre schwarzen Haare, etwas bräunliche Haut, graciöse Hals- und Schulterform, Lebhaftigkeit der Augen auszeichnen, scheinen von diesen Ansiedlern abzustammen“ (Ethnologie Frankreichs, Bull. de la soc. d'anthropol. t. II. Sitzung v. 16. Mai 1861 p. 342). — Der berühmte Autor der Erinnerungen eines Naturforschers (Revue des deux mondes 1860 p. 1082) Herr v. Quatrefages, Mitglied der Akademie, der Discussion, die über die bemerkenswerthe Arbeit Lagneau's statt- dieselbe Ansicht, wie Herr Lagnau ausgesprochen (Bull. de la soc. ophol. t. II. p. 507). — Ich will nur darauf aufmerksam machen, dass Art von Schönheiten, die sie so gut geschildert haben, in Boulogne sel-

Es wäre ohne Zweifel sehr interessant, nachzuforschen, bei welchen anderen Racen man die physiologische Sattelkrümmung beobachtet, die z. B. bei gewissen Völkerschaften, wie den Hottentotten*) im höchsten Grade vorhanden ist. Aber dies ist eine physiologische Frage, bei der länger zu verweilen nicht angemessen wäre.

661. Das Gegenstück zu der eben beschriebenen Bildung besteht in Folgendem: Die Frauen, bei denen ich die Wirbelsäule sehr gerade gefunden habe, deren Lendenkrümmung mit anderen Worten nur schwach angedeutet und deren Becken nur wenig geneigt war, hatten im Allgemeinen einen steifen Körper mit eckigen Conturen, ungraziösen Hals- und Schulterlinien, grossen Händen und langen mehr oder weniger platten Füssen. Diese Gesammtheit von Charakteren habe ich in der Fischerbevölkerung eines kleinen Dorfes Namens Andresselle angetroffen, das einige Klm. östlich von Boulogne an der Küste liegt und dessen Ursprung wohl angelsächsisch sein könnte. Durch ihre ungraziösen Körperlinien und ihre vergleichsweise Schwäche contrastirt diese Bevölkerung mit der eines anderen, fast in derselben Entfernung westlich von Boulogne gelegenen Dorfes, Namens Portel, das dem Staate kräftige, gewandte Seeleute von hohem Wuchse liefert, wo die Frauen stark ausgeschweift und von bemerkenswerther Schönheit sind und mit einem Worte die ethnologischen Charaktere eines Theiles der Frauen von Boulogne besitzen.

Fasse ich Alles zusammen, so geht aus allen diesen streng beobachteten Thatsachen Folgendes hervor: 1) dass die physiologische Sattelbiegung der Lumbo-sacralgegend und die entgegengesetzte Form (d. h. die, wobei die Lendenkrümmung kaum ange-

---

tener ist, als man nach ihrer Beschreibung vermuthen sollte. Hauptsächlich in einem kleinen Fischerdorfe in der Nähe von Boulogne, Portel, findet man gewöhnlich die ethnologischen Charaktere, durch die sie nach der Meinung dieser Forscher mit der baskischen Raçe verknüpft sind. Was die Frage eines baskischen Ursprunges betrifft, den sie einem Theile der Bevölkerung von Boulogne zuschreiben, so habe ich weder in der Geschichte meiner Vaterstadt noch in ihren Archiven irgend etwas gefunden, was ihre Meinung rechtfertigen könnte.

*) Das anatomische Cabinet des Jardin des plantes besitzt ein Specimen davon, das unter den Namen eines Skelettes der Hottentottenvenus bekannt ist. Endlich kann man noch im Museum Hartkoff in einer Gallerie der Passage de l'opéra ein in Wachs nach der Natur in natürlicher Grösse abgebildetes Hottentottenbuschweib sehen, deren Stamm, wie der Katalog sagt, sich durch die merkwürdige Form des Beckens, das sehr stark geneigt ist, auszeichnet.

deutet ist), weit entfernt, selten oder ausnahmsweise vorzukommen, vielmehr einen der charakteristischen Züge gewisser Raçen und gewisser Familien bildet, 2) dass das Mittel zwischen diesen extremen Grenzen noch erst gesucht werden muss.

662. Hängen die verschiedenen Grade der Lumbo-sacralkrümmung, die man im Normalzustande beim aufrechten Stehen beobachtet, von einem gewissen Gleichgewicht ab, das zwischen der Kraft der Strecker und der Beuger der Lendenwirbel besteht? Das ist noch die Frage, die nach den so eben berichteten Thatsachen aufgeworfen werden muss, es ist die Frage, die ich mir seit dem Tage gestellt habe, da ich nur einige dieser Thatsachen sammelte. Ihre Lösung scheint in den klinischen Thatsachen zu liegen, bei denen, wie man sich erinnert, die Lumbo-sacralkrümmung in geradem Verhältniss zur Atrophie oder Lähmung der Beuger des Rumpfes (der Mm. rectus und obliquus abdominis) sich steigerte. Es ist also rationell, auch die physiologische Einsattelung der Lumbo-sacralgegend einer relativen Schwäche derselben Muskeln zuzuschreiben.

Diese Hypothese findet noch in folgender Bemerkung eine Stütze. In meiner Praxis, besonders bei den Boulogneserinnen und im Vergleich dazu bei den Frauen der verschiedenen Schifferbevölkerungen in der Nähe von Boulogne, hatte ich Gelegenheit zu constatiren, dass bei den Frauen, deren Sattelbiegung sehr ausgesprochen war, die Bauchwände über alles Mass ausgedehnt und nach den ersten Schwangerschaften erschlafft und welk zurückgeblieben waren. Ganz im Gegentheil waren bei den Frauen, deren Lumbo-sacralkrümmung nur wenig entwickelt war. die Bauchwände nach mehreren Schwangerschaften zum früheren Zustande zurückgekehrt; ihr Bauch war so flach und die Haut so gespannt, wie bei einem jungen Mädchen. Von dieser Regel habe ich nur wenige Ausnahmen gefunden.

Diese Erschlaffung und Welkheit der Bauchwände in Folge der Schwangerschaft bei den Frauen, deren Sattelbiegung in der Lumbo-sacralgegend sehr ausgesprochen ist, scheint mir nicht anders erklärt werden zu können, als durch eine mangelnde tonische Kraft der Bauchmuskeln.

Die Folgen der physiologischen Sattelbiegung, mit anderen Worten, die Schwäche der Bauchwände sind für die Frauen oft unbequem und bedingen manchmal ein wirkliches Gebrechen. Nach der ersten oder zweiten Schwangerschaft ist ihr Bauch durch die unmässige Erweiterung der Eingeweide so voluminös, dass Taille

und Rumpf verunstaltet werden, dass später das Gehen und Stehen, auch nur auf kurze Zeit fortgesetzt, nicht möglich ist, ohne Müdigkeit und zuweilen Schmerzen in der Lendengegend hervorzurufen, dass endlich innere Schmerzen, eine Lageveränderung oder Senkung der Gebärmutter sie nöthigen, eine Binde zu tragen, die ihrer schwachen Bauchwand, die die Eingeweide nicht tragen kann, zu Hilfe kommt. Die äusserste Schwäche der Bauchwände verursacht noch andere Functionsstörungen, die ich oben aus einandergesetzt habe.

Soll ich noch die practische Seite dieser Studie nachweisen? Da heutzutage durch meine elektrophysiologischen Untersuchungen der Entstehungsmechanismus der Lumbo-sacralkrümmung aufgeklärt ist, so muss jeder das Mittel wissen, sie zu beschränken oder nach Belieben zu entwickeln, das darin besteht, die Kraft der Beuger des Rumpfes (der Bauchmuskeln) im Verhältniss zu der seiner Strecker (der Spinales lumborum) zu steigern oder zu verringern. — Es ist hier nicht der Ort, mich über die Mittel zu verbreiten, mit denen man, besonders der Gymnastik, solche Resultate erhalten kann; ich beschränke mich darauf, die Indication dafür anzugeben.

663. Aus den vorstehenden Thatsachen hat sich ergeben, dass die physiologische Sattelbiegung der Lumbo-sacralgegend weit entfernt ist, selten zu sein. In diesem Falle aber erfährt das Becken eine Hebelbewegung, vermittelst deren der Winkel zwischen Kreuzbein und Wirbelsäule weiter nach vorn kommt und die Hüftgelenke weiter nach hinten.

Andererseits wurde gezeigt, dass die Lumbo-sacralkrümmung zuweilen kaum angedeutet ist, und dass in diesen Fällen die Schiefstellung des Beckens nur sehr gering ist.

Endlich giebt es zwischen diesen entgegengesetzten Extremen verschiedene Grade der Beckenneigung.

Diese Thatsachen erklären die Verschiedenheit der Ansichten über die Schiefstellung des Beckens im Normalzustande, denen die Anatomen Ausdruck gegeben haben. So giebt Osiander den Winkel des geraden Durchmessers der oberen Beckenenge zu 30° an, Levret zu 35°, während er nach den genauen Messungen von Nägele bei der Frau im Mittel 60° und nach den Gebrüdern Weber beim Mann und der Frau 63—64° betragen soll*).

*) Encyclopaedia anatomica II Osteologie und Syndesmologie von Sömmering; Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge von W. und E. Weber.

Diese verschiedenen Grade der Neigung müssen bei den Beobachtungen, die ich gemacht habe, anzutreffen sein; so würden die 30° und 35° Neigung von Osiander und Levret der schwächsten Lumbo-sacralkrümmung entsprechen, aber die 60°—64° von Nägele und den Gebrüdern Weber würden nur eine mittlere Lumbo-sacralkrümmung vorstellen, und hier müssten im Falle der physiologischen Sattelbiegung, von der so eben die Rede war, noch etwa 10° zugegeben werden, wenigstens wenn ich nach der schieferen Richtung urtheilen soll, die dann das Kreuzbein von unten und hinten nach oben und vorn einhält. Wie es auch damit stehen möge, so glaube ich, dass eine Beckenneigung von 63°—64° und die entsprechende Lumbo-sacralkrümmung am allgemeinsten sind.

Damit will ich nicht sagen, dass diese letztere Krümmung der Aesthetik als etwas Absolutes, als eine Regel, die den schönsten Formen zukommt, auferlegt werden muss, da ja bewiesen wurde, dass die physiologische Sattelbildung einer der unterscheidenden Charaktere mancher Raçen ist, da sie in gewissen Familien, an gewissen Ortschaften, erblich herrscht — womit der Künstler rechnen muss, — da sie endlich mit Recht als eine der Eigenschaften gilt, die zur Schönheit der Körperlinien, besonders bei den Frauen, ganz besonders beiträgt. Uebrigens würde schon die antike Kunst gegen ein solches Gesetz Verwahrung einlegen, denn man findet bei einigen Statuen sehr schöne Typen von Sattelbiegung, und dieselben waren bei den Griechen sehr gesucht. Bekanntlich leitet ja auch die Venus kallipygos von dieser besonderen Schönheit ihren Namen her.

C. Einfluss der Muskeln, welche die Rücken- und Halswirbel bewegen, auf die Stellung und Form der verschiedenen Abschnitte der Kopfwirbelsäule in aufrechter Stellung, an klinischen Beobachtungen studirt.

664. Welchen Einfluss hat die Schwäche oder der Functionsausfall der Streckmuskeln des Dorso-cervicalabschnittes auf die Stellung und Form der Kopfwirbelsäule? Da man die Lähmung der Streckmuskeln der Lendenwirbel (der Spinales lumborum) eine Form der Lordose bedingen sah, (s. 652), so könnte man erwarten, eine analoge Erscheinung nach Lähmung der Streckmuskeln der Rücken- und Halswirbel zu beobachten. Es findet jedoch gerade das Gegentheil statt; die progressive Muskelatrophie hat mir oft Gelegenheit geboten, dies zu constatiren.

Wenn diese Krankheit nämlich die oberflächliche Muskelschicht des Brusttheiles des Rumpfes insgesammt oder zum Theil zerstört hat und die Strecker des Rückens und Halses zu ergreifen anfängt,

(den Spinalis longus dorsi, die inneren transversalen Endigungsbündel des Longissimus dorsi am Rücken, die Cervicales descendentes, die Transverso-spinales dorsi und die Interspinales colli), so beugt sich der dorso-cervicale Abschnitt der Wirbelsäule zunehmend nach vorn und beschreibt einen Bogen mit hinterer Convexität, den man als Kyphose bezeichnet hat. — Ich füge hinzu, dass ich bei den Individuen, deren Wirbelstrecker am Rücken und Halse auf diese Weise atrophirt waren, constatiren konnte, das die Rinnen zu beiden Seiten der Wirbelsäule sich im Verhältniss zum Grade der Atrophie der genannten Muskeln aushöhlten, und dass man ihr Vorhandensein durch elektrische Untersuchung nicht mehr nachweisen konnte.

Das Individuum, das diese Krümmung darbietet, kann sie ausgleichen, sobald die Atrophie nicht zu sehr vorgeschritten ist, und wenn man es ihm befiehlt; von selbst macht es aber nie diesen Versuch, weil diese Ausgleichung von seiner Seite eine Anstrengung verlangt, die es sofort ermüdet. Daher zeigt seine Wirbelsäule beim aufrechten Stehen immer eine Kyphose des Rücken- und Halstheiles, die nur bei Rückenlage auf einer unnachgiebigen Unterlage verschwindet.

Eine solche Kyphose des Rücken- und Halsabschnittes durch Schwäche oder Lähmung der Wirbelstrecker im Brust- und Halsabschnitt habe ich bei einem jungen Mann entstehen und fortschreiten sehen; in weniger als 2 Jahren war sie soweit gelangt, dass sie einen Bogen mit starker hinterer Convexität bildete. (Ich habe mir eine Photographie davon genommen).

Im Augenblick, wo ich diese Zeilen schreibe, besteht ein anderes Beispiel von Dorso-cervicalkyphose durch Muskelschwäche, die sich ohne wahrnehmbare Ursache vor 3 Jahren eingestellt hat, bei einem 66jährigen Manne, der sich augenblicklich im Hôtel-Dieu auf der Abtheilung des Herrn Gueneau de Mussy befindet. Er kann seine Wirbelsäule auf einen Augenblick in die normale Stellung zurückbringen, aber nur mit grosser Anstrengung, die ihn erschöpft; er fällt dann sehr rasch in seine fehlerhafte Stellung zurück.

Obgleich man in diesem speciellen Falle spontaner Kyphose keine Lähmung der Gliedmassen beobachtete, so scheint es mir doch rationell, sie einer Schwäche oder einem Functionsausfalle der Muskeln der Wirbelsäule am Rücken und Halse zuzuschreiben.

Endlich habe ich bei progressiver Muskelatrophie die Kyphose

mehrere Male vollkommen auf den Dorsaltheil beschränkt und erst später auch auf den Halstheil sich erstrecken sehen.

665. Bei der Kyphose durch Atrophie oder Lähmung der Muskeln der Wirbelsäule am Rücken und Halse geht eine Senkrechte, die von den am meisten hervorspringenden Processus spinosi ausgeführt wird, sehr weit hinter der Rückenfläche des Kreuzbeines vorbei, (manchmal 10—15 cm weit), ebenso wie bei der Lordose durch Atrophie der Spinales lumborum, die auf Fig. 97 abgebildet ist; dies giebt diesen beiden Arten von Deformation der Wirbelsäule einen Anschein von Aehnlichkeit. Ich werde jedoch zeigen, dass man sie bei sorgfältiger Untersuchung nicht verwechseln kann.

Da in Folge der übertriebenen Beugung des Dorso-cervicaltheiles der Wirbelsäule die Schwere der Eingeweide zu sehr darnach strebt, den Rumpf in Beugung nach vorn zu ziehen, so wird die Schwerlinie des Körpers weiter zurückverlegt, damit sich derselbe im Gleichgewicht halten kann. Diese Verrückung der Schwerlinie des Körpers wird ausschliesslich durch eine stärkere Streckung des Beckens gegen die Oberschenkel erreicht, ohne dass die physiologische Lumbo-sacralkrümmung stärker zu werden braucht.

Ganz anders verhalten sich die Dinge, wie man sich erinnert, bei der Lordose durch Atrophie der Spinales lumborum; der Rumpf wird dann so weit nach hinten übergebogen, bis die noch kräftigen Bauchmuskeln allein das Gewicht des Rumpfes zu tragen haben und den Sturz dadurch verhindern können, dass sie die Wirkung der Schwere aushalten. Dabei genügt aber nicht, um die Schwerlinie des Rumpfes weit genug nach rückwärts zu bringen, dass sich das Becken in extremer Streckung befindet, wie im vorhergehenden Falle, es muss ausserdem noch der Rumpf in stärkster Streckung stehen, so dass er in der Gegend der letzten Lendenwirbel sogar einen Winkel bildet.

Man begreift also, dass bei der Dorso-cervicalkyphose durch Atrophie der dorsalen und cervicalen Muskeln der Wirbelsäule die Stellung und Verunstaltung des Rumpfes sehr verschieden von derjenigen sein muss, die man bei der Lordose durch Atrophie der Spinales lumborum beobachtet.

666. Ich muss hier daran erinnern, dass die obere Portion des Latissimus dorsi kräftig dazu beiträgt, den Rumpf in seiner geraden Haltung zu halten, da sie die Schultern zum Einziehen bringt und sich besonders der Rückwärtskrümmung des Dorsalabschnittes der Wirbelsäule widersetzt (siehe 99).

667. In Folge einer atrophischen Lähmung der Muskelmasse,

die rechts zur Seite der Lendenwirbel gelegen ist, hatte ich Gelegenheit, eine Scoliose bei einem Kinde entstehen und sich entwickeln zu sehen. Das Kind war mir im Alter von $1^1/_2$ Jahren vorgestellt worden, und ich habe es dann im Alter von 6 Jahren wiedergesehen. Der Lendenabschnitt seiner Wirbelsäule hatte sich zunehmend nach der linken Seite geneigt und bildete vom neunten Rückenwirbel nach abwärts eine Krümmung, deren Convexität nach der atrophischen Seite gerichtet war; dort trat der Umriss der Seitentheile der Lendenwirbel, wie man durch das Gefühl constatiren konnte, schon aussen sichtlich hervor, während diese Gegend auf der anderen Seite deprimirt war. Der Rumpf wich nach rechts ab; der Dorsaltheil der Wirbelsäule zeigte eine sogenannte compensatorische Krümmung nach entgegengesetzter Richtung. Die Scoliose verschwand fast augenblicklich, wenn man den Patienten den Rumpf nach vorn neigen liess, und die Wirbelsäule zeigte dann nur noch eine Lumbodorsalkrümmung mit hinterer Convexität. Dies bewies, dass die Spinales lumborum der gesunden Seite nicht retrahirt waren. Es bestand weder Rachitis, noch eine ungleiche Länge der unteren Extremitäten, noch endlich irgend eine andere Ursache, die zur Entstehung der Scoliose hätte beitragen können, als der Functionsausfall der Spinales lumborum auf der rechten Seite. — Bei der atrophischen Kinderlähmung habe ich mehrere analoge Fälle in verschiedenen Graden der Entwickelung beobachtet, die aber lange nicht so ausgesprochen waren wie der vorhergehende.

Alle diese Thatsachen haben mir bewiesen, dass sich in Folge der einseitigen Lähmung der Spinales lumborum progressiv eine Scoliose bildet, durch Einwirkung der einseitigen continuirlichen Contraction der Spinales lumborum der gesunden Seite.

668. Diese unbestreitbaren Thatsachen scheinen einigen der alten Theorien, welche die Scoliose durch die einseitige oder ungleiche Wirkung der Muskeln der Wirbelsäule erklärten, gewonnenes Spiel zu geben, hauptsächlich der von Morgagni, der sich gefragt hatte, ob diese Contraction der Muskeln einer Seite von einem Krampf oder von grösserer natürlicher Kraft dieser Muskeln oder auch von einer Schwäche der entgegengesetzten Muskeln in Folge von Lähmung oder einer anderen Ursache herrühren könne.*)

*) Herr Bouvier entwickelt diese historische Frage in folgender Weise. (l. c. Etiologie de la scoliose, p. 474): „Nach Mayow (De Rachitide 1650) sind die Muskeln für das Skelett zu kurz, und dies nöthigt das Skelett zu der Verkrümmung. — Méry (De Rachitide 1680) hat die Erklärung Mayow's erweitert

Aber Morgagni scheint zweifelhaft geblieben zu sein, denn er begriff nicht, auf welche Weise mehrere entgegengesetzte Krümmungen zu Stande kommen sollten. „Man sieht nicht ein," sagt er, „wie die Lähmung wechseln soll."

Man glaubte nämlich nach der Angabe der Anatomen, dass der Longissimus dorsi auf die Lenden- und die letzten Rückenwirbel eine Rotationswirkung ausübte (s. 645). Da nun aber diese Rotationswirkung in entgegengesetzter Richtung stattfindet, als die Transverso-spinales der betreffenden Wirbel liegen, so war die Folgerung daraus rationell, dass durch gleichzeitige einseitige Contraction aller dieser Muskeln oder Muskelbündel die antagonistischen Rotationswirkungen nothwendiger Weise neutralisirt würden.

Daher hatte man immer versucht, die Rotation der Wirbel bei der Scoliose auf andere Weise als durch Muskelwirkung, durch einen übermässigen Druck, der auf eine Seite der Wirbel geübt würde, zu erklären, Zur Stütze dieser Auffassung waren mehrere Theorien vorgebracht worden, u. A. die von Swagerman, einem holländischen Arzte, der nach A. Roy *) im Jahre 1767 lehrte, dass die Gelenkfortsätze den Wirbelkörpern nicht erlaubten, sich gerade gegeneinander zu beugen, und deshalb bei starken Biegungen die Wirbel

---

und etwas modicirt, da er annimmt, dass die Muskeln der Wirbelsäule einseitig stark contrahirt sind und dadurch ihre Seitwärtskrümmung und alle Störungen, die daraus folgen, bewirken. — Morgagni (Mém. de l'ac. des sc. 1706) vervollständigt diese Theorie noch dadurch, dass er angiebt, diese Contraction der Muskeln einer Seite könne von einem Krampf oder grösserer natürlicher Kraft dieser Muskeln oder auch von einer Schwäche der entgegengesetzten Muskeln durch Lähmung oder eine andere Ursache abhängen. Nur durch das Vorhandensein mehrerer entgegengesetzter Krümmungen wird Morgagni in Verlegenheit gebracht, „denn dabei", sagt er, „sieht man nicht leicht ein, wie die Lähmung wechseln soll." — Die meisten anderen Autoren sind denselben Weg wie Mayow, Méry und Morgagni gegangen. — Shaw (l. c. p. 54) hat die Hauptursache der Scoliose in der durch das Vorwiegen oder die Thätigkeit gewisser Muskeln bedingten Haltung der Kinder gesucht. — Pravaz (Des déviations de la colonne vertébrale) adoptirt dieselbe Vorstellung und betitelt das Capitel über die wahre Scoliose: „Verbiegungen in Folge der ungleichen Vertheilung der Kräfte, die auf die Wirbelsäule wirken", und die Kräfte, die er meint, sind die Muskeln. Pravaz kehrte später wieder zu der Vorstellung Mayow's zurück (Journ. de méd. de Lyon 1844). — Nur Delpech brach in die allgemein adoptirte Lehre eine Bresche; er bewies, dass die Haltung häufiger die Wirkung als die Ursache ist und näherte sich Glisson, indem er die erste Ursache der Verkrümmung in der Wirbelsäule selbst suchte. — Dann kam die Lehre von der Muskelretraction von Herrn J. Guérin, der die Ideen Mery's, Morgagni's etc. wieder aufnahm" ...

*) De Scoliosi, Leyden p. 66.

nöthigten, sich um einander zu drehen; ferner die Erklärung von Pravaz *), der die natürliche Richtung der Facetten der Gelenkfortsätze verantwortlich machte.

Diese Theorien sind bei weitem nicht befriedigend; ich begnüge mich mit Herrn Bouvier, darauf aufmerksam zu machen, dass die Wirbel gerade nach der Seite geneigt werden können, ohne sich im mindesten um ihre Axe zu drehen. Mein gelehrter Freund Bouvier **) fügt, nachdem er diese Frage aufgeworfen hat, hinzu: „Auf welche Weise soll ein übermässiger Druck auf eine Seite der Wirbel die Drehung um ihre senkrechte Axe bewirken? Um dieses mechanische Problem vollständig zu lösen, wäre ein Euclid erforderlich." Ich werde übrigens bald einen Fall von gerader Seitwärtsneigung der Wirbelsäule im Lendentheil berichten, der als Folge der Contraction des Quadratus lumborum und vielleicht der Intertransversi lumborum seit 8 Monaten continuirlich bestanden hat, ohne noch eine Rotation der Lendenwirbel bedingt zu haben (siehe 675).

669. Die durch meine elektrophysiologischen Versuche ermittelten Thatsachen geben die Möglichkeit, die Rotation der Wirbel und die consecutive Verbildung der Wirbel, die die paralytische Scoliose bedingt, durch Muskelwirkung zu erklären.

Ich habe nämlich auf dem Wege des Experimentes bewiesen (siehe 645), dass der Longissimus dorsi nicht als ein Rotationsmuskel der Lenden- und der letzten Rückenwirbel betrachtet werden kann, und dass er kein Antagonist der Transverso-spinales ist, der einzigen an der Rückseite befindlichen Rotatoren der Wirbelsäule.

Wenn man also annimmt, dass alle an einer Seite der Lendengegend gelegenen Muskeln zugleich in Contraction gerathen, so werden die Wirbel dieser Gegend durch die Spinales lumborum superficiales dieser Seite schief nech hinten und nach der Seite der Contraction gebeugt werden und dabei durch Einwirkung der Spinales lumborum profundi (der Transverso-spinales lumborum) einen Bogen nach der gleichen Seite beschreiben und eine Rotationsbewegung ausführen, in Folge deren die vordere Fläche der Lendenwirbelsäule die Richtung nach der den contrahirten Muskeln entgegengesetzten Seite einzunehmen suchen wird. Diese physiologischen Vorbedingungen erklären, wie man sieht, das Zustandekommen der Krümmungen der paralytischen Scoliose der Lendengegend, wobei

*) Des dévrations de la colonne vertébrale 1827, p. 96.
**) l. c. p. 397.

die Convexität und die Vorderfläche der Wirbel nach der entgegengesetzten Seite gedreht sind, als die contrahirten Muskeln liegen.

670. Was das Bestehen der beiden entgegengesetzten Krümmungen betrifft, die Morgagni so in Verlegenheit setzten, so ist es leicht geworden, die Art und Weise ihres Zustandekommens zu erklären, seitdem ich durch die klinische Beobachtung gezeigt habe, dass die Spinales lumborum und die Spinales dorsi isolirt atrophisch oder gelähmt sein können und dass sie sich unabhängig von einander zusammenziehen. Begreiflicher Weise kann nämlich, wenn in Folge einer Lähmung oder Atrophie der Spinales lumborum einer Seite die Lenden- und letzten Rückenwirbel durch die Spinales lumborum der gesunden Seite seitwärts geneigt worden sind, durch Contraction der Spinales dorsi der entgegengesetzten Seite eine compensatorische Krümmung bewirkt werden. Man wird sich übrigens erinnern, dass ich diese Krümmungen der Wirbelsäule in entgegengesetzter Richtung bei meinen elektrophysiologischen Versuchen erhalten habe (siehe 649). Diese Incurvationen sind, wie ich gesagt habe, nur sehr wenig ausgesprochen, wenn sie einzig und allein auf Muskelwirkung beruhen. Da aber bei der atrophischen oder paralytischen Scoliose diese Wirkung andauernd ist, so deformiren sich die Wirbel zunehmend im Sinne der Incurvation und Rotation der beiden Wirbelsäulenabschnitte, und dies erklärt die progressive Zunahme der Scoliose.

Ich brauche wohl nicht erst zu sagen, dass die paralytische Scoliose nicht eintreten kann, wenn die Atrophie oder Lähmung der Spinalmuskeln den Lenden- und Rückentheil der Wirbelsäule zugleich befällt; in diesem Falle entwickelt sich, wie ich gesehen habe, eine lange seitliche Lumbo-Dorsalkrümmung.

671. Fasse ich die im vorliegenden Paragraphen dargelegten klinischen Thatsachen noch einmal zusammen, so haben sie bewiesen, dass der Cervicalis descendens und Spinalis longus dorsi (die Strecker der Rückenwirbel) von dem Sacro-lumbalis und dem eigentlichen Longissimus dorsi (den Streckern der Lendenwirbel) unabhängig sind und unterschieden werden müssen, da sich herausgestellt hat, dass jedes einzelne Gebiet für sich atrophirt und dass die Störung in der Haltung und Form der Wirbelsäule, die durch ihre Atrophie oder Lähmung entstehen, wesentlich verschieden sind.

Die berichteten Thatsachen beweisen ferner, dass die Strecker der Lendenwirbel von viel grösserem Nutzen sind, als die der Rückenwirbel. Die einzige Folge der Atrophie der Strecker der Rückenwirbel ist ja die Kyphose des Brusttheils; dabei geschieht das Stehen und Gehen noch ebenso gut. Dagegen verursacht der

Verlust der Strecker der Lendenwirbel die grössten functionellen Störungen nicht nur in der Haltung des Rumpfes (siehe 652), sondern auch im Gleichgewicht, das beim Stehen und besonders beim Gehen nur sehr schwer zu bewahren ist; die geringste Erschütterung kann dann den Patienten zu Falle bringen. Sind die Strecker und Beuger der Lendenwirbel zugleich atrophirt, so wird die aufrechte oder sitzende Stellung absolut unmöglich (siehe 658).

D. Atrophie, Lähmung, Contracturen oder Krämpfe der Muskeln, die den Halstheil der Wirbelsäule oder den Kopf bewegen.

Fälle von partieller Atrophie, Lähmung oder Contractur der Muskeln, die den Hals und besonders, die den Kopf oewegen, habe ich in grosser Zahl gesammelt. In physiologischer Hinsicht würde gewiss die Erzählung jedes dieser Fälle ein grosses Interesse bieten. Zu allermeist dienen sie aber nur zur Bestätigung der Ansichten, die man über die Einzelwirkung und die Functionen dieser Muskeln bis zum heutigen Tage ausgesprochen hat, und dann — soll ich es sagen? — sehe ich mich auch gezwungen, dieses vielleicht schon zu umfängliche Buch zu beendigen. Unter allen diesen Fällen werde ich also nur einige von denen auswählen, die irgend einen neuen physiologischen Aufschluss mit sich bringen.

672. Auf Grund einiger unterer Anheftungen der grossen Streckmuskeln des Kopfes (der Splenii und Complexi majores) an die Dornfortsätze und Gelenkfortsätze der 4—5 ersten Rückenwirbel hat man glauben können, dass die genannten Muskeln nicht nur den Kopf gegen den Hals strecken, sondern ausserdem nach dieser Wirkung die Halswirbel gegen die Rückenwirbel strecken. Indessen habe ich gezeigt, dass die stärkste Reizung dieser Muskeln nur die Rückwärtsbeugung des Kopfes bewirkt und dass sie auf die Streckung der Halswirbel ohne wahrnehmbare Wirkung zu sein scheinen (siehe S. 564. 4).

Man hätte dagegen einwenden können, dass die willkürliche nervöse Contraction dieser Muskeln unendlich mächtiger ist als der elektrische Reiz und diese Streckbewegung des Halses doch bewirkt; aber die klinische Beobachtung beweist, dass dies nicht der Fall ist. Die Individuen nämlich, bei denen ich in Folge einer Atrophie der Strecker der Halswirbel eine Beugung des Halses gegen den Rumpf beobachtete, konnten ihren Hals nicht gerade richten, wiewohl sie ihre Streckmuskeln des Kopfes kräftig contrahirten; nur dieser bog sich dabei stark nach hinten zurück.

673. Wenn der Hals in Folge der Lähmung seiner Strecker in beständiger Beugung verharrt, so kann das Individuum, so stark es auch den Kopf durch die Strecker desselben nach hinten überbiegt, doch nicht bewirken, dass sein Gesicht vollständig nach vorn gerichtet ist. Um dies unter diesen Umständen zu erreichen, contrahirt es seine Spinales dorsi sehr kräftig, und daraus entsteht allmählich eine Lordose der Brustwirbelsäule mit Verbildung der Rippen und Abplattung des Thorax und folglich mit beträchtlicher Verkleinerung des geraden Brustdurchmessers. — In einem derartigen Falle habe ich bei einem Individuum, das nicht rachitisch war, den geraden Durchmesser auf 4—5 cm reducirt gesehen. Man begreift, dass dies zu einer starken Beeinträchtigung der Brusteingeweide und ihrer Functionen führen musste. Diese Lordose der Brustwirbelsäule ging continuirlich in die Lumbo-sacralkrümmung über, die von dem Individuum instinctmässig ebenfalls etwas gesteigert worden war, um die Schwerlinie in die Unterstützungsfläche zurückzuführen.

In derselben Weise entwickelt sich eine Lordosis dorsalis, wenn der Hals durch jede andere Ursache, als die Lähmung der Strecker seiner Halswirbel, stark und beständig in Beugung erhalten wird. Ich habe die Photographie eines sechsjährigen Kindes, bei dem sich der Halstheil der Wirbelsäule in Folge von Caries des Körpers der beiden ersten Brustwirbel, die sich im Alter von 3 Jahren eingestellt hatte, fast rechtwinklig nach vorn gebeugt hatte. Eine Lordosis dorso-lumbalis hatte sich zunehmend entwickelt und wurde durch die unaufhörlichen Anstrengungen, die das Kind machte, vor sich zu sehen, noch verstärkt. Seine Dorsalkrümmung mit vorderer Convexität hatte in 3 Jahren so sehr zugenommen, dass der gerade Durchmesser seiner Brust von der Mitte des Sternums bis zur Vorderfläche seiner Brustwirbel nur noch ungefähr 5—6 cm mass.

674. Man kann, wie ich gesagt habe, durch die Faradisation die Einzelcontraction jeder Portion des Sternokleidomastoïdeus erhalten (siehe S. 565. 5). Dieselben partiellen Contractionen des Muskels habe ich bei klinischer Beobachtung unter dem Einfluss verschiedener Ursachen constatiren können. So sah ich z. B. mehrere Male bei einem Individuum epileptische oder epileptiforme Anfälle eingeleitet oder ersetzt durch einen klonischen Krampf bald der Clavicularportion, bald der Sternalportion des Sternokleidomastoïdeus. Bei anderen Individuen contrahirte sich eine von beiden Portionen dieses Muskels in verschiedenen Graden während einer längeren oder kürzeren Zeit.

je nachdem nervöse oder rheumatische Ursachen oder Leiden eingewirkt hatten.

In allen diesen Fällen bewirkte der Sternomastoïdeus bei einem leichten Contractionsgrade die Drehung des Kopfes nach der entgegengesetzten Seite, und eine gleichzeitige Beugung desselben erst dann, wenn er sich stärker contrahirte; dagegen bewirkte der Krampf oder die Contractur des Kleidomastoïdeus zuerst eine zusammengesetzte Bewegung der Beugung des Kopfes nach vorn und nach seiner Seite, aber die Rotation des Kopfes trat nur bei seinem Contractionsmaximum ein und war auch dann noch weit weniger ausgesprochen, wie bei der Wirkung des Sternokleidomastoïdeus.

Alles in Allem beweist die klinische Beobachtung in Uebereinstimmung mit der elektrophysiologischen Versuchsweise, dass die Sternalportion des Sternokleidomastoïdeus mehr auf die Drehung des Kopfes wirkt als seine Clavicularportion, und dass letztere die schiefe Beugung nach vorn und nach seiner Seite stärker bewirkt als die erstere; aus den vorstehend mitgetheilten klinischen Beobachtungen folgt auch, dass die beiden Portionen in nervöser Beziehung selbstständig sind.

Alle diese Thatsachen scheinen die von Albinus und einigen anderen Anatomen gemachte Theilung des Sternokleidomastoïdeus in zwei verschiedene Muskeln: den Kleidomastoïdeus und Sternomastoïdeus zu rechtfertigen. Obgleich ich nun constatirt habe, dass jeder von ihnen unter gewissen Umständen allein functionirt, so z. B. der Sternomastoïdeus bei der ohne Anstrengung erfolgenden Rotation des Kopfes, so halte ich es doch nicht für unzuträglich, ihnen die gemeinsame Benennung Sternokleidomastoïdeus zu bewahren, weil die beiden Portionen immer zusammen wirken, wenn ihre Bewegungen mit einiger Kraft geschehen.

675. Ebenso wie die klinische Beobachtung gezeigt hat, dass die Strecker und Beuger der Lendenwirbel und der letzten Rückenwirbel synergisch in Action treten, um den Rumpf beim aufrechten Stehen in seiner normalen Stellung zu erhalten, ebenso wird sie zeigen, dass die Streck- und Beugemuskeln des Kopfes ihre Wirkung combiniren, um die normale Stellung desselben beim Aufrechtstehen oder -sitzen zu bewirken.

Dies geht aus folgenden klinischen Beobachtungen hervor.

1) Der Kopf, der auf dem Atlanto-occipitalgelenke ruht und einen Hebel ersten Grades darstellt, dessen Unterstützungspunkt, wenn der Mensch unbeweglich in aufrechter Stellung steht, in diesem Gelenke liegt, hat die Tendenz, durch sein Gewicht sich

nach vorn zu neigen. Diese Tendenz ist aber so schwach, dass es scheint, als ob der Widerstand des Ligamentum flavum den Kopf im Gleichgewicht erhalten müsste, und dass wenigstens für diesen Zweck die leichteste Contraction seiner Strecker genügend ist.

Die klinische Beobachtung lehrt indessen, dass man der Wirkung der Strecker des Kopfes einen grösseren Antheil einräumen muss. Wenn sie nämlich kaum zu einem mässigen Grade atrophisch oder paretisch geworden sind, so empfinden die Kranken ein Müdigkeitsgefühl an der Rückseite des Halses und biegen ihren Kopf nach hinten über, um seine Strecker zu erleichtern und das Gewicht desselben von den gesunden Beugemuskeln tragen zu lassen. Das ist die Stellung, die der Kranke instinctmässig seinem Kopfe immer ertheilt, sobald seine Streckmuskeln ganz und gar atrophisch oder gelähmt sind. — Man erinnert sich, dass der Rumpf eine analoge Stellung einnimmt, wenn die Strecker der Lendenwirbel atrophisch oder gelähmt sind.

2) Es wäre anscheinend rationell gewesen anzunehmen, dass beim aufrechten Stehen die Strecker des Kopfes allein in Wirkung treten, um ihn gegen die Zugkraft der Schwere nach vorn im Gleichgewicht zu erhalten. Die klinische Beobachtung zeigt jedoch, wie man sogleich sehen wird, dass dies nicht der Fall ist.

Ich habe dreimal eine Atrophie der beiden Sternokleidomastoïdei bei Individuen constatirt, deren Kopfstrecker intact waren: bei der elektrischen Untersuchung fand ich von den ersteren keine Spur mehr. Die Individuen konnten dann in der Rückenlage den Kopf nicht beugen; in aufrechter Stellung fiel der Kopf zurück, ohne dass sie ihn halten konnten. Um diese Ueberbiegung des Kopfes nach hinten beim Stehen und besonders beim Gehen zu verhindern, waren sie gezwungen, den Hals und Rumpf so stark nach vorn geneigt zu halten, dass sich das Gewicht des Kopfes und der Widerstand seiner Streckmuskeln im Gleichgewicht befand.

3) Die folgende Beobachtung zeigt ferner, dass die Streckmuskeln zur Erhaltung des Kopfes in seiner normalen Stellung beim Stehen synergisch wirken. Bei einem Individuum, das ich im Jahre 1866 im Hôtel Dieu, Abtheilung des Herrn V e r n o i s, vorfand, war der eine Sternokleidomastoïdeus in Folge einer chirurgischen Operation, die an dieser Seite des Halses ausgeführt worden war, gänzlich atrophirt. Beim aufrechten Stehen hatte der Kopf eine Tendenz, sich nach der Seite der Verletzung zu drehen, und um diese Drehbewegung beim Gehen zu verhindern, musste die Person eine gewisse Aufmerksamkeit aufwenden.

4) Bekanntlich kann das Uebermass einer Muskelthätigkeit, besonders wenn sie fortgesetzte oder zu lang anhaltende, angestrengte Contractionen erfordert, den Krampf eines oder mehrerer bei der betreffenden Function betheiligten Muskeln hervorrufen, und dieser Krampf erscheint nur während oder nach der Ausübung dieser Function *).

Einen solchen Krampf der beiden Sternokleidomastoïdei, der nur beim aufrechten Stehen auftrat, habe ich bei einem Individuum beobachtet, das bei seiner Beschäftigung als Steinsetzer seine Halsmuskeln beträchtlich ermüdet hatte **) Der Krampf stellte sich beim aufrechten Stehen nicht mehr ein, wenn der Kopf hinten einen Unterstützungspunkt fand, wenn also die Sternokleidomastoïdei in Ruhe waren.

Diese Beobachtung ist mit den vorhergehenden zusammen einer der Beweise dafür, dass die Sternokleidomastoïdei in die Muskel-

*) Diese Affection war unter dem Namen des Schreiberkrampfes beschrieben worden, weil man sie nur an der Hand und bei Personen beobachtet hatte, die durch ihre Beschäftigung gezwungen gewesen waren, zu rasch und zu lange Zeit hinter einander zu schreiben. Da ich diese Gattung von Krämpfen in den verschiedensten Körpergegenden beobachtet hatte, beschrieb ich die Krankheit unter der allgemeinen Bezeichnung der functionellen Krämpfe, d. h. zeitweilige Krämpfe eines oder mehrerer Muskeln, die bei irgend einer Muskelfunction betheiligt sind. So habe ich Beispiele dieser Krämpfe berichtet, die ihren Sitz in den Pronatoren oder Supinatoren, in den Rotatoren des Humerus (Infraspinatus und Subscapularis), in den Beugemuskeln einer unteren Extremität, in einem Augenmuskel, in Respirationsmuskeln und endlich in einem von den Muskeln, die den Kopf bewegen, hatten. — Im Jahre 1866 hat Herr Prof. Nélaton in einer seiner schönen klinischen Vorlesungen zuerst eine neue Abart von Contractur beschrieben, die in gewissen, bei der Bewegung des Fusses betheiligten Muskeln sitzt und nur beim Gehen auftritt. Er verglich sie mit Recht dem Schreiberkrampf und heilte sie durch Durchschneidung der Peronei. — In allen diesen Fällen war immer einer von den Muskeln afficirt, die bei einer bestimmten Muskelfunction betheiligt sind. — Manchmal entsteht anstatt eines functionellen Krampfes eine functionelle Lähmung. Sieben Fälle einer solchen functionellen Lähmung habe ich am Peronaeus longus beobachtet, sie war während angestrengten Gehens aufgetreten und betraf meist junge Männer. Meist habe ich sie durch Faradisation des Peronaeus longus geheilt. Schon vor langer Zeit hatte ich eine solche functionelle Lähmung beschrieben, die in der Hand und Schulter ihren Sitz hatte.

**) Die Beobachtung ist mit allen Einzelheiten in dem Bull. de therap. und in der II. Auflage meines Buches: „De l'électrisation localisée p, 940 obs. CCXXXIV mitgetheilt worden.

coordination, die das Aufrechthalten des Kopfes beim Stehen bewirkt, mit eintreten.

E. Contractur der Seitwärtsbeuger der Lendenwirbel, des Quadratus lumborum und der Intertransversales lumborum.

676. Die klinische Beobachtung lieferte mir mehrere Male die Gelegenheit, die gerade Seitwärtsbeugung der Wirbelsäule in der Lendengegend durch einseitige Contractur des Quadratus lumborum und vielleicht auch der Intertransversales lumborum zu constatiren. — Wie man sich erinnert, war es mir nicht möglich gewesen, die Eigenwirkung dieser Muskeln vermittelst der localen Faradisation zu studiren.

In drei Fällen sah ich diese Contractur nur beim aufrechten Stehen auftreten. Die Kranken schrieben sie entweder einer angestrengten Arbeit oder einem Falle zu. Ihre Dauer betrug einige Monate bis zu einem Jahre. Einen dieser Fälle habe ich von Anbeginn beobachten können.

Die Hauptsymptome dieser Contractur sind kurz gefasst folgende. Während die Unterextremitäten gleich gestreckt und einander genähert waren und die Crista ilei auf beiden Seiten gleich hoch stand, beugte sich der Rumpf im Bereich der Lendengegend auf eine Seite, und die Wirbelsäule beschrieb zwei leichte Krümmungen, eine Lendenkrümmung, deren Convexität nach der entgegengesetzten Seite sah, und eine compensirende Dorsalkrümmung nach entgegengesetzter Richtung. Wenn man sich anstrengte, den Rumpf gerade zu richten, so entstand dabei ein Schmerz und ein unbesieglicher Widerstand in der Lendengegend der gebeugten Seite. Der Rumpf wich nach dieser Seite ab, die Hüfte war auf dieser Seite abgeflacht, und auf der Seite der seitlichen Beugung des Dorsalabschnittes war die Schulter gesenkt. Dieselben Verbiegungen des Lenden- und Dorsalabschnittes der Wirbelsäule im entgegengesetzter Richtung beobachtete man in sitzender Stellung.

Welche Ursache hatte diese Seitwärtsbeugung des Rumpfes beim aufrechten Stehen? Was konnte die Seitwärtsbewegung des Rumpfes gegen das Becken nach der entgegengesetzten Richtung mit solcher Kraft zurückhalten? Es bestand weder Rachitis noch ein Wirbelleiden. Beim aufrechten Stehen waren die Spinales lumborum auf einer Seite nicht mehr contrahirt als auf der anderen. In den Rinnen zu beiden Seiten der Wirbelsäule sah man keinen Muskelvorsprung, der auf eine Drehung der Wirbelsäule hin gedeutet

hätte. Die Bauchmuskeln waren ohne Contractur. Wenn man in die Weiche der gebeugten Seite drückte, so fühlte man einen Widerstand, welcher zunahm, wenn man den Rumpf gerade zu richten suchte. Dieser Widerstand fand sich an der Stelle des Quadratus lumborum. Schliesslich, wenn der Körper auf einer ebenen Unterlage ruhte, entweder auf dem Rücken, oder auf dem Bauche, so konnte ich den Rumpf frei gegen das Becken nach rechts oder links beugen oder auch das Becken gegen den Rumpf seitlich bewegen.

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich also, dass die Seitwärtsneigung des Rumpfes durch eine Contractur bedingt war, die nur beim Aufrechtstehen stattfand, und dass diese Contractur im Quadratus lumborum und ausserdem vielleicht in den Intertransversales lumborum der gebeugten Seite ihren Sitz hatte.

Einen analogen wie den vorhergehenden Fall beobachtete ich im November 1866 bei einem 17jährigen jungen Mädchen auf der Abtheilung des Herrn Verneuil (Hôpital de la Riboisière); er unterscheidet sich davon nur durch das Fortbestehen der Contractur in Horizontallage ebenso wie in stehender Stellung. Die Contractur bestand in der rechten Weichengegend; wenn der Rumpf in horizontaler Lage auf dem Rücken oder Bauche lag, so war nicht mehr der Rumpf gegen das Becken geneigt, sondern die rechte Hüfte war erhoben; daraus folgte eine seitliche Schiefheit des Beckens, die nicht gerade zu richten war, wenn man auch an der rechten Unterextremität stark zog, oder die linke von unten nach oben zurückschob. — Sechs Monate vor ihrer Aufnahme ins Hospital hatte das junge Mädchen einen Fall auf den Boden gethan. Als sie sich halten wollte, hatte sie einen lebhaften Schmerz in der seitlichen hinteren Partie der rechten Lendengegend gespürt. Seitdem hatte sich ihr Rumpf gegen die rechte Hüfte geneigt und konnte nicht mehr gerade gerichtet werden.

Alles in Allem neigt der Quadratus lumborum den Rumpf nach seiner Seite. Er bedingt eine seitliche Lendenbeugung, deren Convexität nach der entgegengesetzten Seite liegt, ohne Rotation der Wirbel, selbst nach 6—8 monatlichen Dauer, und erzeugt eine compensirende Krümmung des Rückentheils der Wirbelsäule nach entgegengesetzter Richtung. Diese **S**-förmige doppelte Seitwärtskrümmung der Wirbelsäule unterscheidet sich von der **S**-förmigen Krümmung, die die einseitige Contractur der Spinales lumborum und die Scoliose charakterisirt, weil die Spinales in diesen letzteren Fällen auf der Seite der Convexität der Lendenbiegung einen

beträchtlichen Vorsprung bilden, der durch die Rotation der Lendenwirbel verursacht wird. — Man braucht sich nur an den Mechanismus der einseitigen Contractur der Spinales lumborum zu erinnern, um sich von dem Unterschied der S-förmigen Krümmung, die ihr eigen ist und derjenigen, die die Contractur des Quadratus lumborum und der Intertransversales lumborum charakterisirt, Rechenschaft zu geben.

General-Uebersicht.

I. Die Masse der Muskelbündel, welche vom Sacro-lumbalis und Longissimus dorsi geliefert werden und sich oben an den 4 oder 5 letzten Rippen und den Processus transversi der Lendenwirbel ansetzen, übt auf diese Wirbel die gleiche Wirkung; sie ertheilt ihnen eine schiefe Bewegung der Streckung und Seitwärtsbeugung nach ihrer Seite, mit anderen Worten, sie sind die Strecker und Seitwärtsbeuger der Lenden- und unteren Brustwirbel: in physiologischer Beziehung bilden sie einen einzigen Muskel, den man mit dem Namen Spinalis lumborum superficialis bezeichnen kann (s. 644). Durch ihre combinirte doppelseitige Wirkung bewirken sie die Streckung der Lenden- und letzten Rückenwirbel in gerader Richtung.

II. Einige Anatomen hatten behauptet (Diemerbroeck und Winslow), dass man unter den Namen Sacro-lumbalis und Longissimus dorsi vier anatomisch vollkommen getrennte Muskeln zusammengeworfen hätte (s. 648).

Wie die elektrische Versuchsweise darthut, müssen diese Muskeln, die die oberflächliche Lage der Mm. spinales bilden, aus physiologischen Gründen in Mm. spinales lumborum superficiales und spinales lumborum profundi getheilt werden, weil man sie unabhängig von einander in Contraction versetzen kann (s. 649), weil man sie natürlicher Weise bei gewissen Stellungen des Rumpfes selbstständig in Contraction gerathen und entgegengesetzt gerichtete Krümmungen der Lenden- und Rückenwirbelsäule (eine falsche physiologische Scoliose) erzeugen sieht (s. 650), weil endlich die klinische Beobachtung häufige Beispiele von doppelseitigen oder einseitigen Atrophien, die bald auf die Spinales lumborum (s. 652), bald auf die Spinales dorsi (s. 664 u. 665) beschränkt sind, sieht. Ohne diese wechselseitige Unabhängigkeit der Spinales lumborum und der

Spinales dorsi könnte die **S**-förmige Krümmung der Scoliose nicht zu Stande kommen.

III. Der allgemeinen Ansicht der Anatomen entgegen übt keines der Bündel des Sacro-lumbalis oder Longissimus dorsi eine wahrnehmbare Rotationswirkung auf die Wirbel, wenn sie sich in ihrer normalen Stellung in Muskelruhe befinden (s. 645).

IV. Die wesentlichen Rotatoren der Wirbel sind die Transverso-spinales, die ich zur Unterscheidung von den vorhergehenden Spinales profundi nennen will. Wenn sie einseitig wirken, üben sie nur eine schwache Streckwirkung, und erst dann, wenn sie sich synergisch auf beiden Seiten contrahiren, werden sie zu kräftigen Streckern (s. 646).

V. Der Grad der Beckenneigung und in Folge davon der Lumbo-sacralkrümmung hängt von dem Gleichgewicht ab, welches zwischen der Kraft der Streckmuskeln der Lenden- und letzten Rückenwirbel und der sie beugenden Muskeln besteht.

Diese Behauptung stützt sich hauptsächlich auf folgende klinische Beobachtungen.

1) Wenn die Beuger der Lendenwirbel (die Bauchmuskeln), von Atrophie betroffen sind, so beugt sich das Becken beim Stehen und Gehen nach vorn, um das ganze Gewicht des Rumpfes von den Streckern der Lendenwirbel, (den Spinales lumborum), tragen zu lassen; diese wieder, um die Schwerlinie des Rumpfes in die Unterstützungsfläche zurückzubringen, beugen die Wirbelsäule in ihrem Lendenabschnitte zurück und erzeugen eine Lordose (Lumbo-sacralkrümmung); diese Lordose ist um so ausgesprochener, die Hinterbacken treten um so stärker hervor, eine Senkrechte endlich, die von dem hintersten Dornfortsatz des Brusttheils geführt wird, fällt um so weiter nach vorn von dem am meisten zurückliegenden Punkte der Hinterfläche des Kreuzbeines, je vorgeschrittener die Atrophie der Bauchmuskeln ist (s. 655 u. Fig. 98).

2) Wenn dagegen die Streckmuskeln der Lendenwirbel und letzten Rückenwirbel (Spinales lumborum), zur Atrophie gelangen, während die Bauchmuskeln intact geblieben sind, so stellt sich das Becken in die möglichst grösste Streckung, um den Rumpf weiter zurückzubringen und sein Gewicht von den noch kräftigen Bauchmuskeln tragen zu lassen (s. 652 u. 653). Daraus folgt eine Art der Lordose, die von der vorigen weit verschieden ist (s. Fig. 97), denn die Hinterbacken sind abgeflacht, und eine Verticale, die von den hintersten Dornfortsätzen des Rückentheiles abgeht, fällt sehr weit hinter die Rückfläche des Kreuzbeins (s. 652).

VI. Die physiologische Sattelbiegung, mit andern Worten die sehr ausgesprochene Lumbo-sacralkrümmung und Beckenneigung, sind bei weitem nicht exceptionell, sondern gehören sogar zu den ethnologischen Charakteren gewisser Raçen und Familien.

Sie verleihen dem Körper z. B. bei den iberischen Raçen die anmuthigste Form; oder auch wenn sie übermässig ausgeprägt sind, bedingen sie eine Art von Entstellung des Rumpfes, wie bei manchen afrikanischen oder indischen Raçen (s. 660).

Die entgegengesetzten Charaktere, d. h. ein gerades, steifes Rückgrat ohne merkliche Lumbo-sacralkrümmung wird z. B. im Allg. bei der angelsächsischen Raçe und bei anderen Raçen des Nordens von Europa beobachtet (s. 661).

VII. Die im Vorstehenden angegebenen klinischen Thatsachen (IV. u. V.) beweisen, dass die physiologische Sattelbiegung durch eine relative Schwäche der Bauchwände bedingt ist; dies findet übrigens im Allg. eine Bestätigung in der beträchtlichen Volumenzunahme des Bauches während der Schwangerschaft, in der Erschlaffung und dem welken Zustande der Bauchwände nach der Niederkunft; während bei den Frauen, deren Lumbo-sacralkrümmung wenig ausgeprägt ist, die Bauchwand wegen ihrer grösseren Kraft ihrer Ausdehnung durch die Schwangerschaft einen grösseren Widerstand leistet und selbst nach zahlreichen Schwangerschaften sich wieder zurückbildet und fest und gespannt bleibt.

Die Frauen, die eine beträchtliche physiologische Sattelbiegung haben, sind nach der Schwangerschaft einer bleibenden Entstellung des Bauches und manchmal gewissen Krankheitszuständen ausgesetzt.

Da der Mechanismus des Zustandekommens der physiologischen Sattelbiegung heute bekannt ist, so wird es möglich sein, sie vermittelst der Gymnastik in Schranken zu halten (s. 662).

VIII. Zwischen den entgegengesetzten Extremen der Beckenneigung, von denen so eben die Rede war (siehe V. u. VI.), bestehen zahlreiche Zwischenstufen. Welche soll die Regel sein? Der Aesthetik kann man eine unbeschränkt geltende Regel in dieser Hinsicht nicht auferlegen (s. 663).

IX. Aus der Gesammtheit der vorangehenden klinischen Beobachtungen geht hervor, dass die Beuger der Lendenwirbel synergisch mit ihren Streckern zusammenwirken, um den Körper in stehender Stellung zu erhalten. Diese Thatsache stellt sich noch deutlicher heraus bei der Wiederherstellung der normalen Rumpfhaltung beim Stehen auf den Füssen unter dem Einfluss der zunehmend wiederkehrenden Kraft der Strecker der Lendenwirbel, wenn

sich der Rumpf nach ihrer Atrophie nach hinten übergebogen hatte (s. 654).

X. Hinsichtlich der senkrechten Haltung des Rumpfes beim Stehen oder Gehen und hinsichtlich seiner Gestalt haben die Spinales lumborum einen unendlich grösseren Nutzen und eine unendlich grössere Wichtigkeit, als die Spinales dorsi (s. 670.)

Dieser Satz ergiebt sich aus der klinischen Beobachtung. Sind nämlich die Spinales lumborum doppelseitig gelähmt, so bildet sich nicht nur eine Lendenkrümmung von vorn nach hinten mit vorderer Convexität, (Lordose) sondern auch das Gleichgewicht beim Stehen und Gehen wird äusserst schwierig (s. 652). Sind sie nur auf eine Seite befallen, so sieht man sich progressiv eine Scoliose entwickeln d. h. eine Verunstaltung der Wirbelsäule und des Brustkorbes (s. 666), während die doppelte Lähmung der Spinales dorsi nur eine Rückenkrümmung mit hinterer Convexität (Kyphose) ohne merkliche Störung beim Stehen und Gehen erzeugt (s. 664 u. 665) und ihre einseitige Lähmung nur eine sehr leichte Verkrümmung der Wirbelsäule zur Folge hat.

XI. Die fortgesetzte übermässige Wirkung der Spinales dorsi kann leicht die normale leichte Krümmung des Brusttheils der Wirbelsäule mit hinterer Convexität in eine grade Linie und sogar in eine Krümmung mit vorderer Convexität (Lordosis dorsalis) verwandeln, woraus eine Stellung des Thorax mit Abflachung desselben und mehr oder weniger beträchtlicher Verkürzung seines geraden Durchmessers erfolgt.

Eine solche übermässige Wirkung der Spinales dorsi entsteht durch eine Compensationsanstrengung, wenn der Cervicaltheilder Kopfwirbelsäule in Folge einer Lähmung der Strecker der Halswirbel, oder einer Caries eines der letzten Hals- oder der ersten Rückenwirbel, oder durch irgend eine andere Ursache in continuirlicher Beugung gehalten wird (s. 672).

XII. Die experimentellen Untersuchungen an den zur Bewegung der Halswirbel und des Kopfes dienenden Muskeln, an denen ich eine isolirte elektrische Reizung vornehmen konnte, haben immer die allgemeine Ansicht der Autoren über die Eigenwirkung dieser Muskeln bestätigt. Trotzdem habe ich in dieser Uebersicht die folgenden Besonderheiten anzugeben:

XIII. Beim aufrechten Stehen wirken die Strecker und Beuger des Kopfes zusammen, um ihn in seiner normalen Stellung gerade auf dem Halse zu erhalten. Die Individuen nämlich, bei denen die Strecker des Kopfes geschwächt oder gelähmt sind, halten ihn nach

hinten übergebogen, um sein Gewicht von den Beugern des Kopfes tragen zu lassen; wenn dagegen die letzteren gelähmt sind, so wird der Kopf und ebenso der Hals etwas nach vorn gebeugt gehalten, so dass sein ganzes Gewicht auf die Strecker zurückfällt.

XIV. Die locale Faradisation kann die Sternal- und Clavicularportion des Sternokleidomastoïdeus getrennt zur Contraction bringen (s. S. 565. 5).

Auch von Krämpfen können diese beiden Muskelportionen einzeln für sich ergriffen werden. In diesem Falle bewirkt die Sternalportion die Drehung des Kopfes in ausgesprochenerem Maasse als die Clavicularportion. Das umgekehrte Verhältniss gilt für die Beugung des Kopfes. Endlich glaube ich auch behaupten zu können, dass die beiden Portionen unter gewissen Umständen getrennt funktioniren (s. 673).

Diese Thatsachen rechtfertigen die alte Theilung des Sternokleidomastoïdeus in zwei getrennte Muskeln, den Sternomastoïdeus und Kleidomastoïdeus.

Anhang.

Theorie der Coordination der Bewegungen, aus den in diesem Buche dargelegten Thatsachen abgeleitet. — Bewegungsfähigkeit unter Ausschluss des Gesichtes. — Unabhängigkeit der willkürlichen Contractilität und der muskulären Contractilität. — Coordinatorische Innervation.

§ 1. Theorie der Coordination der willkürlichen Bewegungen.

677. In diesem Paragraphen, der die Ergänzung der drei vorangegangenen Theile bilden wird, will ich versuchen, den Mechanismus der Muskelassociationen zu erklären, deren Zusammenwirken bei der Vollziehung der willkürlichen Bewegungen nothwendig ist, einen Mechanismus, von dem man, wie ich wohl sagen kann, bis zum heutigen Tage kaum eine Ahnung hat. Es wird in dieser Studie bewiesen werden: 1) dass ein so complicirter Mechanismus nicht in Gang gebracht werden kann ohne eine coordinatorische Kraft, die man Coordinationsvermögen der Locomotion nennen könnte. 2) dass dieses Coordinationsvermögen unabhängig vom Gefühl und Gesicht zur Wirkung kommen kann, dass es aber doch durch beide unterstützt wird.

Als ich die functionellen Störungen beschreiben musste, die in der Ausübung dieses Coordinationsvermögens durch eine Krankheit entstehen, die ich unter dem Namen der „Ataxie locomotrice pro-

gressive" beschrieben habe,*) musste ich als Einleitung eine Theorie der Coordination der Bewegungen voranschicken. Diese Theorie beruhte ganz und gar auf Thatsachen, deren Entdeckung man der elektrophysiologischen Versuchsweise und der klinischen Beobachtung verdankt; deshalb hätte ich bis heute gewartet, um sie hier darzulegen und auf eine solide Unterlage zu stützen, wenn mir nicht sozusagen die Hände gebunden gewesen wären durch die Umstände, die ich erwähnt habe.

Da es mir scheint, als ob sie von den Kritikern, deren Talent ich gleichwohl gern anerkenne, nicht richtig verstanden worden ist, und da die Theorien, die sie an ihre Stelle setzen wollten, wie man bald sehen wird, in offenbarem Widerspruch zur klinischen Beobachtung stehen, so sehe ich mich genöthigt auf diese Frage, die gleich wichtig hinsichtlich ihrer Anwendung auf die Pathologie, als für den rein physiologischen Standpunkt ist, noch einmal zurückzukommen. Ich will also die Theorie, die ich aufgestellt habe, aufs Neue dem Urtheil meiner Leser unterbreiten; sie haben heute den Vortheil, sich an den zahlreichen klinischen Thatsachen, die in diesem Buche mitgetheilt sind, Rath erholen zu können.

Das Coordinationsvermögen der Locomotion setzt mehrere Arten von Muskelassociationen in Gang; ich will sie in impulsive Muskelassociationen und antagonistische Muskelassociationen theilen. Um recht begreiflich zu machen, dass diese beiden Reihen von Erscheinungen, die unter physiologischen Bedingungen nicht zu trennen sind, zum Zustandekommen jeder normalen willkürlichen Bewegung nothwendig sind, empfiehlt es sich, ihre Besprechung einzeln vorzunehmen. Durch die klinischen Fälle, bei denen diese Muskelassociationen nur noch vereinzelt oder unvollständig geschehen können, ist mir die Untersuchung über diesen Gegenstand leicht gemacht worden.

A. Impulsive Muskelassociationen.

Impulsive Muskelassociation nenne ich die synergischen Muskelcontractionen, die dazu dienen, einem Körpertheil jede beliebige willkürliche Bewegung, die mit einer Situations- oder Stellungsveränderung verbunden ist, zu ertheilen. Durch die elektrophysiologischen Versuche und klinischen Thatsachen, die ich mitgetheilt habe, ist auf jede einzelne impulsive Muskelassociation ein volles Licht gefallen. Sie haben gezeigt, dass die partiellen Muskelcontractionen (d. h. die isolirten

*) De l'ataxie locomotrice progressive, recherches sur une maladie caractérisée spécialement par des troubles généraux de la coordination des mouvements, Archives génér. de méd. Janv. 1859 ff.

Contractionen einzelner Muskeln) nicht in der Natur liegen, dass sie nur künstlich vermittelst der localen Faradisation oder unter gewissen pathologischen Verhältnissen zu Stande kommen; dass sie immer Verunstaltungen erzeugen oder üble Zufälle verschulden können, wie z. B. das Heraustreten des Schulterblattes oder die Subluxation des Humeruskopfes nach unten während willkürlicher Erhebung des Armes bei Individuen, deren Serratus anticus magnus gelähmt ist; sie haben uns endlich über den Mechanismus der meisten Bewegungen im Besonderen Aufschluss gegeben.

Wenn man überlegt, dass die Muskelfunctionen der Gliedmassen oft die Combination mehrerer gleichzeitiger Bewegungen erfordern, und dass diese ihrerseits wieder jede für sich die Resultate zusammengesetzter Kräfte sind, so begreift man, wie complicirt die impulsiven Muskelassociationen sein müssen, die bei diesen Functionen betheiligt sind.

Als Beispiel will ich die schwingende Bewegung der Unterextremität im zweiten Zeitabschnitt des Ganges wählen, weil sie eine der wichtigsten und complicirtesten Functionen dieses Gliedes bildet, und weil sie mir ferner Gelegenheit geben wird, einen schweren physiologischen Irrthum zu beseitigen, der in diesen letzten Jahren über den Mechanismus des Ganges von den Herren Gebrüder Weber verbreitet worden ist.

Im zweiten Zeitabschnitt des Ganges führt die zurückstehende untere Gliedmasse ihre halbe Schwingung nach vorn um den Mittelpunkt der Hüftgelenkhöhle nicht nur wie ein Pendel und in Folge einer physikalischen Kraft (der Schwere) aus, sondern hauptsächlich in Folge der Association der Muskeln, die den Oberschenkel gegen das Becken beugen. Wenn es gestreckt bliebe, so könnte das Glied nicht unter der Gelenkhöhle schwingen; aus diesem Grunde werden seine drei Segmente (Oberschenkel, Unterschenkel und Fuss) gegen einander gebeugt durch synergische Contraction der Muskeln, die jeder für sich diese Bewegungen bewerkstelligen, und nicht durch die ausschliessliche Wirkung des schwingenden Gliedes, als Pendel betrachtet, der sich aus Segmenten von verschiedener Länge zusammensetzt, wie die Theorie der Herren Weber lautet. — Schon vor etwa 10 Jahren habe ich die mechanische Theorie dieser gelehrten Physiologen bekämpft, die hier an Stelle der vitalen eine physikalische Kraft wirken lassen wollten, und habe gezeigt, wie ihre Theorie durch die klinische Beobachtung umgestürzt wird. Jene kritische Studie hängt mit der physiologischen Frage, die ich hier

aufwerfe, (über die impulsiven Muskelassociationen), zu eng zusammen, um sie nicht auszugsweise in der unten stehenden Note zu erwähnen. *)

*) Die beiden deutschen Physiologen, denen die Wissenschaft die Entdeckung zahlreicher Thatsachen zur Aufklärung des Mechanismus des Ganges und des Laufens verdankt, folgerten im Jahre 1836 aus ihren Versuchen, dass die schwingende Bewegung der Unterextremität von hinten nach vorn beim Gehen ausschliesslich durch die Kraft der Schwere bedingt wird. Der Versuch besteht bekanntlich darin, eine der unteren Gliedmassen eines lebenden oder todten Individuums, welches man auf eine erhöhte Grundlage gebracht hat, so dass das Glied bei seinen schwingenden Bewegungen nicht gegen den Boden stossen kann, in Schwingung zu versetzen, indem man sie von der Senkrechten entfernt und dann sich selbst überlässt. — Er ist ausführlich beschrieben in einem Buche mit dem Titel: „Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge" von W. und E. Weber, cit. nach der franz. Uebers. von Jourdan.

„Es würde einen Verlust an Muskelkraft bedeuten", sagen die beiden Experimentatoren, „wenn die schwingende Bewegung der am Rumpfe hängenden Unterextremität von hinten nach vorn von Muskeln ausgeführt würde. Denn da die unteren Gliedmassen, wie wir gesehen haben, in sehr beweglicher Weise mit dem Rumpfe verbunden sind und nach Art eines Pendels unter ihm schwingen können, so genügt schon die Schwere allein, um die zurückgebliebene und am übrigen Körper aufgehängte untere Gliedmasse im Verhältniss zum Rumpf nach vorn zu bringen: während dieser Zeit verfallen die Muskeln in Unthätigkeit." Diese Behauptung der Herren Weber, nämlich dass die Muskeln im zweiten Zeitabschnitt des Ganges in Unthätigkeit verfallen, ist, wie ich bewiesen habe, eine unhaltbare Hypothese; die genannten Gelehrten hätten sie niemals ausgesprochen, wenn sie ihre Experimente der Controle der pathologischen Beobachtung unterworfen hätten.

Ich theile hier eine der Schlussfolgerungen mit, zu denen ich aus den im Jahre 1855 veröffentlichten klinischen Fällen gekommen war. (Union médicale, 13. und 15. September 1855): Es ist eine Auffassung, die in offenbarem Widerspruch zur pathologischen Beobachtung steht, wenn man mit den Herren Weber und den meisten modernen Autoren nach ihnen die schwingende und Beugebewegung der verschiedenen Abschnitte der unteren Extremität, die im zweiten Zeitabschnitte des Ganges stattfindet, ausschliesslich der Wirkung der Schwere zuschreiben will.

Die Wahrheit dieser Behauptung wird durch folgende Thatsachen bewiesen

1) Wenn ein Mann, der die Wirkung seiner Beugemuskeln des Oberschenkels verloren hat, die Bewegungen des zweiten Zeitabschnittes des Ganges zustande bringen will, so ist er zuerst genöthigt, die Hüfte und die Schulter der entsprechenden Seite zu heben, um den Fuss vom Boden loszulösen; dann schleudert er dadurch, dass er dem Becken eine Rotationsbewegung um den entgegengesetzten Condylus ertheilt, die untere Gliedmasse nach vorn. Ohne diese Rotationsbewegung schwingt die zurückstehende Unterextremität, nachdem sie vom Boden losgelöst ist, nur langsam und schwach und bleibt stehen, sobald sie die senkrechte Richtung erreicht hat; die Wirkung der Schwere bringt sie nicht über diesen Punkt hinaus, wenn auch selbst das Individuum schon eine Anzahl von Schritten gemacht hat. — Es genügt auch, dass die

Die meisten andern locomotorischen Functionen der Gliedmassen werden durch ebenso zusammengesetzte impulsive Muskelassociationen vollbracht, wie die, von der soeben gesprochen wurde.

Zur Stütze dieser Behauptung will ich noch ein Beispiel anführen. Ich wähle diejenige unter den Functionen der Hand, welche anscheinend die einfachste ist. Was giebt es Leichteres, als die Hand zu öffnen, wenn sie geschlossen ist, und die Finger gegen

---

Beugemuskeln des Oberschenkels nur schwächer als normal wirken, um den Gang im zweiten Zeitabschnitt ohne eine mehr oder weniger beträchtliche Erhebung des Beckens unmöglich zu machen.

2) Wenn die Beuger des Unterschenkels ihre Wirkung verloren haben, so geschieht die Beugung, die im Kniegelenk stattfinden muss, ehe der Fuss sich vom Boden löst, nur schwierig und unvollständig, und dies verursacht eine Verzögerung bei der Ausführung des zweiten Zeitabschnittes des Ganges.

3) Geht endlich die Beugung des Fusses gegen den Unterschenkel, eine der wesentlichen Bewegungen des zweiten Zeitabschnittes des Ganges, die bei der Untersuchung der Vorwärtsbewegung zu sehr vernachlässigt worden ist, geht diese Beugung, sage ich, verloren, oder wird sie zu schwach, so kann das Glied nicht mehr unter dem Condylus schwingen, ohne dass die Fussspitze gegen den Boden stösst; daher die Nothwendigkeit, die Beugebewegungen des Oberschenkels beim Schwingen der unteren Extremität zu verstärken, was ein gewisses Hinken bedingt.

Aus der Gesammtheit der vorstehenden klinischen Thatsachen kann man schliessen: 1) dass die Contraction der Beugemuskeln des Oberschenkels gegen das Becken, des Unterschenkels gegen den Oberschenkel und des Fusses gegen den Unterschenkel die wirkliche bedingende Ursache der Bewegungen der unteren Gliedmasse, die den zweiten Zeitabschnitt des Ganges zusammensetzen, ist, und 2) dass der Einfluss der Schwere bei der physiologischen Schwingung des Gliedes und der gleichzeitigen Beugung seiner drei Segmente nur sehr schwach mitwirkt.

Auch die schwingenden Bewegungen der Oberextremitäten in entgegengesetzter Richtung, die den zweiten Zeitabschnitt des Ganges begleiten, hatten die Herren Weber und nach ihnen die meisten modernen Autoren einer rein physikalischen Kraft zugeschrieben. Andere klinische Thatsachen, die ich in derselben Arbeit publicirt habe, wobei die schwingenden Bewegungen der oberen Gliedmassen in Folge von Atrophie der Mm. deltoidëi weggefallen sind, beweisen das Gegentheil. Ich habe folgenden Schluss daraus gezogen: „Die Schwingung der oberen Gliedmassen in entgegengesetzter Richtung, — deren Zweck darin besteht, den seitlichen Impuls, der durch die nach vorn schwingende Unterextremität dem Rumpfe ertheilt wird, zu mässigen, — ist gleichfalls das Ergebniss wunderbarer Muskelcombinationen und nicht durch eine physikalische Kraft bedingt, wie ebenfalls die Herren Weber behauptet haben. Auf diese Weise contrahiren sich während der Schwingung der rechten Unterextremität nach vorn synergisch die hintere Hälfte des rechten Deltoïdeus und die vordere Hälfte des linken Deltoïdeus. In umgekehrter Richtung contrahiren sich dieselben Portionen des Deltoïdeus während der Schwingung der entgegengesetzten Unterextremität."

die Mittelhandknochen zu strecken, während die Hand in paralleler Richtung zum Vorderarme steht? Früher hätte ich wie Jedermann geglaubt, dass man dazu nur die Extensores digitorum contrahiren und das Handgelenk durch synergische Action seiner Strecker und Beuger fest in einer Mittelstellung zwischen Streckung und Beugung gegen den Vorderarm zu halten brauchte. Meine Untersuchungen haben jedoch gelehrt, dass die Muskelassociationen, die dieser Function der Hand vorstehen, bei weitem complicirter sind, als man beim ersten Anblick glauben sollte. Da nämlich die Strecker der Finger (Extensor communis und die Extensores proprii digitorum) nur die ersten Phalangen strecken (s. 172), so müssen die Interossei, die die zwei letzten Phalangen strecken (s. 187 u. 188) sich synergisch mit den vorhergehenden Muskeln contrahiren, um die vollständige Streckung aller drei Phalangen gegen die Mittelhandknochen zu bewirken. Andererseits können die Interossei nicht die zwei letzten Phalangen strecken, ohne zugleich die Beugung der ersten Phalangen zu bewirken (s. 185 u. 192); aber diese Beugung wird glücklicherweise durch die entgegengesetzte Wirkung der Extensores digitorum neutralisirt. Da endlich die letztgenannten Muskeln zugleich mit den ersten Phalangen auch das Handgelenk in Streckstellung bringen, so treten die Beuger des Handgelenkes dabei synergisch in Thätigkeit, und ihre Wirkung ist der Kraft der Extensores digitorum proportional (s. 168). Die Hand findet sich dann auf diese Weise dem Vorderarm parallel in Streckstellung gehalten, ohne dass die eigentlichen Strecker der Hand (die beiden Radiales externi und der Ulnaris externus) mitzuwirken brauchen. In den klinischen Beobachtungen, die ich mitgetheilt habe, hat man diesen Bewegungsmechanismus demonstrirt gefunden. Es wäre überflüssig, sie hier nochmals in Erinnerung zu bringen (s. 169).

B. Moderatorische und collaterale Muskelassociationen oder Harmonie der Antagonisten.

678. Die antagonistischen Muskelassociationen lassen zwei Arten unterscheiden. Die eine besteht aus den Muskeln, die den impulsiven Muskelassociationen direct entgegenwirken können, sich aber nur mit ihnen verbünden um sie zu mässigen. Wir wollen sie *moderatorische Muskelassociationen* nennen. Die andern werden von denjenigen Muskeln gebildet, welche die Bewegung sichern, indem sie verhindern, dass sie von ihrer Richtung nach den Seiten abweicht; ich will sie von den vorherigen unterscheiden und sie *collaterale*

Muskelassociationen nennen; sie kommen nur denjenigen Bewegungen zu Hülfe, die in den nach allen Richtungen beweglichen Gelenken, (den Enarthrosen und Arthrodieen) stattfinden, — es ist augenscheinlich, dass die Bewegungen in den Ginglymusgelenken, die gar nicht nach der Seite geschehen können, das Eintreten solcher collateraler Muskelassociationen nicht nöthig haben — Alles in Allem muss jede willkürliche Bewegung, um mit Präcision ausgeführt zu werden, von ihren antagonistischen Muskeln gemässigt werden, und wenn sie in einem nach jeder Richtung beweglichen Gelenke stattfindet, (in einer Enarthrose oder Arthrodie), so muss ihre seitliche Abweichung durch die collaterale synergische Contraction der Muskeln, welche die Seitwärtsbewegungen bewirken, verhindert werden.

679. Diese Theorie der antagonistischen Muskelassociationen, welche jeder willkürlichen Bewegung ihre Präcision und Sicherheit verleihen, findet sich im Widerspruch mit der Lehre des grössten Physiologen des Alterthums (Galen's), welcher behauptete, dass die antagonistischen Muskeln während der willkürlichen Bewegung unthätig uud ausschliesslich passiv werden, und dass sie activ mit andern Muskeln zusammenwirkend nur betheiligt werden, um die einmal angenommenen Stellungen festzuhalten. *)

Diese Lehre Galens hat sich von Jahrhundert zu Jahrhundert bis auf unsere Tage erhalten, trotz der besonderen Opposition, die ihr der berühmte Winslow **) gemacht hatte. „Um einen Theil zu bewegen", sagte er, „oder um ihn in einer bestimmten Stellung zu halten, wirken alle Muskeln mit, die ihn bewegen können."

Ein Satz von dieser Wichtigkeit, der den Vorstellungen Galens so sehr zuwider lief und, soviel ich weiss, noch auf keinen Widerspruch gestossen war, musste eingehender entwickelt und vor allen Dingen bewiesen werden; trotzdem hat ihm Winslow kaum einige Zeilen gewidmet, um zu sagen, dass die Muskeln, welche bei den

---

*) Der berühmte pergamenische Arzt lehrte in der That, dass sich während der willkürlichen Bewegungen gewisse Muskeln contrahirten, ihre Antagonisten aber unthätig blieben: einen sehr genauen Ausdruck findet diese Auffassung in folgender Stelle: „Der contrahirte Muskel zieht also nach sich hin, während der erschlaffte Muskel in Verbindung mit dem Theile angezogen wird; aus diesem Grunde bewegen sich während der Vollführung dieser beiden Bewegungen beide Muskeln; aber sie sind nicht beide thätig, denn die Thätigkeit besteht in der Anspannung des sich bewegenden Theiles und nicht in der Thätigkeit des Gehorchens; ein Muskel gehorcht aber, wenn er unthätig fortbewegt wird, so gut wie jeder andere Theil der Gliedmasse." (De usu partium nach der franz. Uebers. von Daremberg 1856).

**) Traité des muscles p. 166 Nr. 43.

willkürlichen Bewegungen betheiligt sind, in Hauptmotoren, in Moderatoren und Directoren getheilt würden. — Da jede eingehende Entwicklung fehlte, so ist diese Eintheilung unbemerkt geblieben, und da ihr die Beweise abgingen, blieb sie im Zustande der Hypothese. Die Theorie Winslow's schien deshalb auch die von Galen gar nicht erschüttert zu haben, und die letztere blieb bis auf unsere Tage die herrschende.

Indessen habe ich im Gegensatz zu dieser Auffassung Galen's über die vermeintliche abwechselnde Ruhe der Muskeln bei Ausführung der willkürlichen Bewegungen auf dem Wege des Experimentes gezeigt, dass alle diese Bewegungen der Gliedmassen und des Rumpfes aus einer doppelten Nervenerregung hervorgehen, vermöge deren die beiden Muskelgattungen, die bei ihrer Association eine entgegengesetzte Wirkung entfalten, (die impulsiven Muskelassociationen und die moderatorischen Muskelassociationen), gleichzeitig in Contraction versetzt werden, die einen, um die Bewegungen zu bewirken, die andern, um sie zu mässigen. Ohne diese besondere Solidarität, dieses Einverständniss der antagonistischen Muskeln, wenn ich den Ausdruck gebrauchen darf, verlieren die Bewegungen unvermeidlich an Präcision und Sicherheit. Es handelt sich übrigens um elementare Grundsätze der Mechanik; wenn man nur mit geringer Kraft auf einen Hebel wirkt, so sieht man, dass es unmöglich ist, ihn genau an einem bestimmten Punkte zum Stillstehen zu bringen, wenn er nicht durch eine entgegengesetzte moderatorische Kraft zurückgehalten wird. Es ist nur erstaunlich, dass diese Grundsätze dem tiefen und scharfsinnigen Geiste des Autors des unsterblichen Buches „De usu partium" entgangen sind.

Die klinische Beobachtung zeigt ferner, dass die collateralen Muskelassociationen es verhindern, dass die Bewegungen nach der Seite abweichen, wenn sie in einer Arthrodie oder Enarthrose geschehen. Ich habe z. B. gezeigt, dass allemal, wenn die Adductoren oder Abductoren des Oberschenkels atrophisch oder gelähmt sind, die untere Gliedmasse nicht mehr gerade nach vorn gebeugt werden kann; sie wird dann entweder schief nach innen und vorn geführt, wenn die Abductoren gelähmt sind, oder die Beugung geschieht zugleich mit Abduction, wenn im Gegentheil die Adductoren gelähmt sind. In diesen Fällen kann auch beim Gehen die Unterextremität nicht mehr gerade nach vorn schwingen (s. 352 u. 353). Diese Thatsachen beweisen, dass die collaterale Muskelassociation, mit andern Worten, die synergische Contraction der Adductoren und Abductoren bei der Beugebewegung des Oberschenkels im Hüftgelenk gerade nach vorn

mitwirkt, um zu verhindern, dass sie nach innen oder aussen abweicht. Analoge Erscheinungen, wie die eben erwähnten, habe ich bei den anderen Arthrodieen oder Enarthrosen beobachtet.

Um zu schliessen, ist durch alles Vorangehende bewiesen worden, dass die Harmonie der antagonistischen Muskeln zur Ausführung aller willkürlichen Bewegungen beiträgt, dass sie sie regulirt, mit Hilfe der moderatorischen Muskelassociationen, und ihnen ihre Richtung sichert, vermittelst der collateralen Muskelassociationen.

C. Associationen der Muskeln der Kopfwirbelsäule beim aufrechten Stehen.

680. Zwischen den Muskelsynergieen, die beim aufrechten Stehen in Thätigkeit treten, und denen, die die willkürlichen Bewegungen der Gliedmassen bewirken, besteht eine grosse Analogie. Bei der Coordination der Bewegungen der Kopfwirbelsäule, die das aufrechte Stehen ermöglicht, muss man nämlich zwei Hauptarten von Erscheinungen betrachten: 1) die Muskelassociation, die ihre Streckung bewirkt, 2) die Harmonie der antagonistischen Muskeln, die diese Streckung und die normale Haltung mässigt und sichert.

Die impulsiven Muskelassociationen dieser Streckung müssen auf beiden Seiten der Wirbelsäule, besonders aber in der Lendengegend, gleich stark wirken, sonst erzeugen sie eine Scoliose (s. 667). Von der Harmonie der antagonistischen Muskeln, oder vielmehr dem Grade der Kraft der moderatorischen Muskeln der Streckung oder Beugung der Wirbelsäule, hängen nothwendiger Weise die verschiedenen Grade der Lumbo-sacralkrümmung (s. 652 u. 655) oder die Haltung des Kopfes ab (s. 675).

Die Coordination der Bewegungen, die der Haltung des Rumpfes beim aufrechten Stehen vorsteht, besorgt auch die collateralen Associationen der Muskeln, die die Seitwärtsbewegungen der Lendenwirbel bewirken, und verhindert, dass der Rumpf sich nach der einen oder der anderen Seite neigt; die klinische Beobachtung hat dies in einer grossen Reihe von Fällen gezeigt. In der That braucht nur ein Quadratus lumborum atrophisch zu sein, und der Rumpf neigt sich nach dem Becken der entgegengesetzten Seite.

Wenn man ausserdem die grosse Zahl von Muskelcombinationen erwägt, die beim aufrechten Stehen oder Sitzen den Rumpf in der Schwerlinie im Gleichgewicht halten, so begreift man, wie complicirt dabei die Muskelassociationen der Kopfwirbelsäule sind. Der Mensch besitzt jedoch die Fähigkeit, instinctmässig und ohne Mühe, mit der grössten Präcision alle diese combinirten Bewegungen aus-

zuführen, welche so zahlreiche und so complicirte Muskelassociationen erfordern.

§ II. Coordinationsvermögen der Locomotion unabhängig von Gefühl und Gesicht.

A. Das Bestehen eines Coordinationsvermögens der Locomotion durch klinische Beobachtung erwiesen.

Die Ausübung der Muskelfunctionen der Locomotion, deren bewunderungswürdiger Mechanismus in dem vorhergehenden Paragraphen entwickelt und durch die elektrophysiologischen Versuche und die klinische Beobachtung so offenbar enthüllt worden ist, welche ausserdem sämmtlich schwer zu lösende mechanische Probleme sind, könnte ich nicht verstehen, diese Muskelfunctionen nicht erklären, ohne die Annahme, dass der Act der Coordination von einer besonderen Kraft regiert wird, für die ich die Benennung „Coordinationsvermögen der Locomotion“ vorgeschlagen habe*)

Bis hierher war in diesem Buche nur von den Störungen die Rede, die in dem Mechanismus der locomotorischen Muskelassociationen durch Läsion der Bewegungsorgane selbst verursacht werden, in Folge von Atrophie oder Lähmung eines oder mehrerer Muskeln, die bei diesen sei es impulsiven, oder moderatorischen, oder collateralen Muskelassociationen mitwirken.

Aber unter dem Einfluss gewisser Krankheitszustände, die man z. B. im zweiten Stadium der Ataxie locomotrice antrifft, wird das Coordinationsvermögen der Locomotion allein in seiner Thätigkeit gestört, und zwar um so mehr, je complicirter die mitspielenden Muskelassociationen sind, wie z. B. beim Stehen und Gehen. — Die Functionsstörungen, die man dann beobachtet, können nur unter der Bedingung genau analysirt werden, dass man den Mechanismus der Coordination der Bewegungen schon gut kennt. — Auf diese Weise hat mir die Ataxie locomotrice in ihrem zweiten Stadium, wo sie zuerst die Muskelassociationen befällt, Gelegenheit verschafft, die wichtige Rolle zu beurtheilen, die diese Reihe von Erscheinungen bei der Coordination der Bewegungen spielt. Man sieht nämlich dann die sonderbarsten Störungen der Locomotion sich manifestiren. (Die

*) Ich hatte die Coordination der Bewegungen auch „instinctive Bewusstsein der Muskelcombinationen“ genannt.

Einzelheiten und die Differentialdiagnose dieser Krankheit findet man in der Beschreibung, die ich davon gegeben habe).

Es dürfte angemessen sein, ihre Hauptsymptome hier zu analysiren. 1) Beim aufrechten Stehen wird der Körper von anfangs schwachen Schwingungen bewegt, die aber zunehmend stärker werden, bis sie das Stehen unmöglich machen. Diese Schwingungen haben ihre Ursache in der Disharmonie (erschwerten Harmonie) der antagonistischen Muskelgruppen des Rumpfes und der Unterextremitäten. Man constatirt nämlich, dass sie durch unregelmässige Muskelcontractionen bei den Anstrengungen, die der Kranke macht, um sich in der Schwerlinie zu erhalten, bedingt sind. (Die kleinen Spasmen sind an den nackten Gliedmassen beim aufrechten Stehen sehr deutlich zu sehen). 2) Da beim Gehen nicht mehr die gehörige Harmonie unter den moderatorischen und collateralen Muskelassociationen herrscht, so ist der Schritt nicht mehr abgemessen, die Gliedmasse weicht nach aussen oder innen ab, geht über das Ziel hinaus und fällt schwer und geräuschvoll auf den Boden auf. 3) An den oberen Gliedmassen, besonders an der Hand, verursacht die Disharmonie der Antagonisten die ungeordnetsten Bewegungen, die es zu weit führen würde, hier zu beschreiben, und beraubt die Hand sehr bald ihrer Geschicklichkeit und Gebrauchsfähigkeit. 4) Auch der Rumpf verliert die Harmonie seiner Antagonisten, und zu einer bestimmten Zeit wird das aufrechte Sitzen ohne Stütze unmöglich. Dann wird der Rumpf durch gewaltsame, unregelmässige Contractionen hin und her bewegt; dieselben entstehen bei den Bemühungen das Gleichgewicht zu erhalten und werfen den Kranken aus seinem Sitze. 5) Endlich in einem vorgerückteren Stadium der Krankheit gehen die impulsiven Muskelassociationen vollständig verloren, und das Stehen und Gehen wird absolut unmöglich, obgleich das Individuum die normale Kraft seiner partiellen und am wenigsten complicirten Bewegungen besitzt, sobald man sie in horizontaler Lage des Kranken ausführen lässt.

Alles in Allem hatte ich durch meine Untersuchungen über die Einzelthätigkeit der Muskeln vermittelst der elektrophysiologischen Versuchsweise und durch das klinische Studium der localen Atrophieen und Lähmungen vom Standpunkte der Locomotion den Mechanismus der drei Arten von Muskelassociation kennen gelernt, die ich beschrieben habe, (der impulsiven, moderatorischen und collateralen), die bei der Vollführung der willkürlichen Bewegungen zusammenwirken. Sie hatten mir auch darüber Aufschluss gegeben, wie sich diese partiellen Bewegungen für die wichtigsten Functionen der

Locomotion (das Stehen, die verschiedenen Zeitabschnitte des Ganges, den Gebrauch der Hand u. s. w.) unter einander combiniren.

Nach dem Beispiel der meisten Physiologen aller Zeiten konnte ich nicht begreifen, dass ein so complicirter, so scharfsinnig combinirter Mechanismus unter physiologischen Verhältnissen mit so wunderbarer Leichtigkeit und Präcision spielen könnte, ohne die Mitwirkung eines Coordinationsvermögens; diese Hypothese scheint mir zur Thatsache geworden zu sein, da eine Krankheit, die locomotorische Ataxie, dieses Vermögen theilweise oder vollständig zerstören kann.

B. Einfluss der Sensibilität auf das Coordinationsvermögen.

Welchen Einfluss hat die Sensibilität auf das Coordinationsvermögen? Diese grosse Frage der Physiologie steht jetzt auf der Tagesordnung. Sie ist durch klinische Untersuchungen, die ich an einer anderen Stelle ziemlich weitläufig auseinandergesetzt habe, schon gelöst worden.

Das Muskelgefühl, ganz gleich, welchen Namen man ihm geben mag, (Muskelsinn von Ch. Bell, Gefühl der Muskelthätigkeit von Gerdy, gemeine oder tiefe Sensibilität von Axenfeld oder Coenaesthesie der Deutschen*), das Hautgefühl und vor Allem das Gelenkgefühl kommen dem Coordinationsvermögen zu Hilfe; auf diese Weise nimmt die Disharmonie der Antagonisten bei der locomotorischen Ataxie mehr und mehr zu proportional dem Grade der Sensibilitätslähmung, ihrer Tiefe und ihrer Ausdehnung, d. h. je nachdem die Sensibilitätsstörung in der Haut oder in den Muskeln, oder den Knochen, oder den Gelenken, oder in allen diesen Theilen zusammen ihren Sitz hat; aber alle diese Arten oder Grade der Sensibilität haben nur den Werth, dass sie die Ausübung des Coordinationsvermögens vervollkommnen.

Wenn man sagt, „dass die motorische Coordination, so weit sie die Willensoperationen betrifft, der Integrität des Muskelsinnes und in zweiter Reihe der Integrität des Tastsinnes untergeordnet ist", so bekennt man sich zu einer physiologischen Ketzerei, die hinsichtlich ihrer Anwendung auf die Pathologie gar nicht ärger sein kann. Der Urheber dieses Satzes hat ihm einen anderen folgen lassen der den Commentar dazu giebt. „Ataxie der Bewegung", sagt er, „bedeutet Wegfall des Muskelsinnes, eine Störung der nervösen

*) Axenfeld. Kritische Uebersicht der atrophischen Läsionen des Rückenmarkes. Arch. gén. de méd. Oct. 1863 p. 468.

Irradiation und der Reflexacte. Wenn die Ataxie vollständig ist, werden alle diese Bedingungen vorliegen, wenn die Ataxie unvollständig ist, so wird eine oder die andere von ihnen fehlen können" *). Diese Sätze verrathen, bei dem, der sie formulirt hat, eine grosse Vernachlässigung, wenn nicht gar eine grosse Verachtung der klinischen Beobachtung. Etwas Neues bieten sie nur in der anspruchsvollen Form („einer physiologischen Gleichung"), unter der ihr Autor sie dargeboten hat, glaubend, dass er sie auf diese Weise als mathematische Wahrheiten aufdrängen könnte. Die Vorstellung die sie enthalten, gehört dem verstorbenen Landry an, einem geistvollen Beobachter, der unter dem Namen „Gefühl der Muskelthätigkeit" (von Gerdy**), eine Gesammtheit physiologischer Erscheinungen beschrieben hatte, die schon Ch. Bell entdeckt und Muskelsinn genannt hatte, während ihm diese Untersuchungen, die lange vor denen Gerdy's gemacht waren, unbekannt geblieben waren, wie ich nachgewiesen habe.***) Landry hatte ebenfalls die Symptome der Lähmung des Gefühls der Muskelthätigkeit mit denen der Incoordination zusammengeworfen; dies geht aus der Beschreibung hervor, die er von dieser Krankheit gegeben hat, — und aus der lebhaften und leidenschaftlichen Polemik, die er bei Gelegenheit der locomotorischen Ataxie gegen mich eröffnete†)

Die geschickt zugerichtete physiologische Gleichung, von der ich eben sprach, musste leider schon bei der Geburt sterben, trotz des Talentes, das ich bei ihrem Autor gern anerkenne. In diesem Falle verhielt es sich nur wie eine neue Auflage, war er nur Nachbeter Landry's, dessen physiologische und pathologische Irrthümer über denselben Gegenstand durch die Gründe und klinischen Beobachtungen, vermittelst deren ich sie bekämpft hatte, umgestürzt worden waren††). In der That hat sie (diese „physiologische Gleichung"), seitdem sie das Tageslicht erblickt hat, durch die klinische Beobachtung in den Hospitälern oft genug das eclatanteste Dementi erfahren. Ich will mich darauf beschränken, hier nur

---

*) S. Jaccoud, Les paraplégies et l'ataxie du mouvement 1864, p. 609.

**) Physiologische und pathologische Untersuchungen über die Tastempfindungen. Arch. gén. de méd. 1853. IV. sér. p. 268.

***) Electrisation localisée II. éd. 1861 p. 396.

†) De l'ataxie locomotrice progressive. B. Störungen der Locomotion, verursacht durch Lähmungen der Muskelsensibilität (des Muskelsinnes von Ch. Bell, des Gefühls der Muskelthätigkeit von Gerdy). Arch. gén. de med. 1859 und Electrisation localisée II. éd. Lähmung der Muskelsensibilität S. 389.

††) L. c. II éd. p. 389 bis 398.

summarisch an die Gründe und die klinischen Thatsachen, die sie umwerfen, zu erinnern, man findet sie in den Quellen, die ich angeben werde, ausführlich genug mitgetheilt.

Ich hatte damit angefangen, dass ich durch Versuche und klinische Beobachtung die Identität der Muskelsensibilität und des Muskelsinnes oder des Gefühls der Muskelthätigkeit feststellte. Ebenso wie die klinische Beobachtung verschiedene Arten der Hautsensibilität an den Tag gebracht hat, u. A. das Schmerzgefühl, das zum Allgemeingefühl gehört, und das Tastgefühl, das den Tastsinn ausmacht, indem sie nachwies, dass sie isolirt gelähmt werden können, ebenso hatte ich mich gefragt, ob es nicht möglich wäre, mehrere Arten der Muskelsensibilität anzunehmen. „Nur die klinischen Thatsachen“, sagte ich im Jahre 1861, „hätten diese Frage zur Entscheidung bringen können“. Ich kenne aber bis zum heutigen Tage keine einzige, die der so eben formulirten Hypothese nur einen Anschein von Wahrheit verleiht. Immer habe ich nämlich die Lähmung der elektromuskulären Sensibilität allen denjenigen Symptomen, die man auf die Lähmung des von Ch. Bell sogen. Muskelsinnes, von Gerdy genannten Gefühles der Muskelthätigkeit bezog, gleich und parallel gehen sehen, während die gegenseitige Unabhängigkeit der Analgesie und Anaesthesie heutzutage vollkommen festgestellt ist. — Ich erinnere in dieser Hinsicht an die merkwürdige Beobachtung einer Kranken, deren rechte Hand ihren Tastsinn verloren und das Schmerzgefühl behalten hatte, während die linke Hand eine Sensibilitätslähmung hatte, die sich umgekehrt verhielt.*) — Folglich hängt das, was Ch. Bell Muskelsinn und Gerdy Gefühl der Muskelthätigkeit nannte, nicht von einer anderen Art der Sensibilität ab als die elektromuskuläre Sensibilität.

Obwohl ich also gewünscht hätte, den Namen „Muskelsinn“ von Ch. Bell beizubehalten, um an den Namen seines berühmten Entdeckers zu erinnern, so habe ich doch den Namen „Muskelsensibilität“ vorgezogen, weil er nicht die Unzuträglichkeit hat, unnützer Weise einen sechsten Sinn in die Sprache einzuführen.

Ich hatte darauf bewiesen, dass einzelne Gliedmassen und selbst der ganze Körper ihres Haut-, Muskel-, Knochen- und Gelenk-Gefühles ganz und gar beraubt sein konnten, ohne dass die Kranken die geringste Störung in der Coordination ihrer Bewegungen empfanden, sobald ihnen das Gesicht zu Hilfe kommen konnte. Die

*) Siehe Electrisation localisée II éd. p. 398.

Lähmung der Sensibilität bot nur gewisse charakteristische Symptome, die ich an einem anderen Orte*) aufgezählt habe.

Ich will hier eine wichtige Bemerkung machen, die mir entgangen war, nicht wegen einer nicht genügend sorgfältigen Untersuchung, sondern weil ich nicht darauf achtete. Das Muskelgefühl (oder der Muskelsinn) hat nämlich bei weitem nicht die functionelle Wichtigkeit, die man ihm zugeschrieben hat. Die Individuen, die nur ihr Muskelgefühl verloren haben, verspüren keine auffallende Functionsstörung in ihrer Motilität, wenn sie sich am Sehen verhindert finden; erst wenn die Gelenke der Gliedmassen, an denen das Muskelgefühl erloschen ist, ausserdem gefühllos sind und die ihnen ertheilten Bewegungen nicht gefühlt werden, sieht man die Symptome auftreten, die man fälschlicher Weise der Lähmung des Muskelgefühls zugeschrieben hat. — Die Theorie der krankhaften Erscheinung, welche mein gelehrter Freund, Herr Axenfeld, gemeine oder tiefe Sensibilität genannt hat, ist sehr geistvoll. In sehr klarer Weise hat er die Charaktere und Symptome entwickelt, die nach seiner Meinung eine Lähmung derselben anzeigen. Ich habe dieselben bei einer ziemlich grossen Zahl von ataktischen Individuen mit grösster Sorgfalt gesucht und habe constatirt, dass die Functionsstörungen, die man auf das Fehlen der gemeinen oder tiefen Sensibilität geschoben hat, dem Fehlen des Gelenkgefühls zugehören. Herr Axenfeld mag mir deshalb gestatten, zu sagen, dass die Coenaesthesie auf die, wie er sagt, Leyden längst aufmerksam gemacht hätte, ein Mythus deutscher Herkunft ist. Früher oder später wird er Gelegenheit finden, das fehlende Gelenkgefühl zu beobachten, jene Thatsache, die ich in den Hospitälern, u. A. in der klinischen Abtheilung des Herrn Trousseau häufig angetroffen habe. Die Gelenksensibilität wäre demnach ein neuer Sinn, ein Gelenksinn, der eine weit grössere functionelle Wichtigkeit hätte, wie der Muskelsinn! Man sieht die Unzuträglichkeit, die es haben würde, wenn man auf diese Weise gewöhnliche Erscheinungen der allgemeinen Sensibilität in Sinne umwandeln wollte. Wenn man darin nicht Ordnung hielte, so würde die Physiologie bald mit einer Menge von Sinnen bevölkert sein; man könnte ebenso gut auch sagen: Zahnsinn, Rectalsinn, Blasensinn u. s. w., deren Lähmung ebenfalls eigenthümliche functionelle Störungen zur Folge hat.

*) Electrisation localisée II. éd. p. 400 u. 401, Lähmung des Muskelgefühls.

Alles in Allem verhindert die Aufhebung des Muskel-, Gelenk- und Haut-Gefühles durchaus nicht die Coordination der willkürlichen Bewegungen.

Wenn man ausserdem erwägt, dass durch zahlreiche Beobachtungen bei sorgfältigster Untersuchung vollkommen erwiesen ist, dass bei der progressiven Muskelataxie die Incoordination der Bewegungen selbst im höchsten Grade bestehen kann ohne merkliche Abnahme des Muskel-, Knochen- oder Gelenk-Gefühls, so bin ich berechtigt, aus allem Vorangegangenen zu schliessen: dass trotz der „physiologischen Gleichung“, die mir eingeworfen worden ist, das Coordinationsvermögen durchaus unabhängig von der Sensibilität ist (speciell dem Muskelgefühl oder Muskelsinn oder Gefühl der Muskelthätigkeit, und dem Gelenkgefühl.)

C. Einfluss des Gesichts auf die Coordination der Bewegungen.

Der Einfluss des Gesichtes auf die Coordination der Locomotion ist unter normalen Verhältnissen kaum bemerklich. Bekanntlich kann ja der Mensch, auch ohne zu sehen, sich aufrecht stehend erhalten, er kann gehen und alle willkürlichen Bewegungen ausführen und zeigt mit einem Worte keine sichtlichen Störungen der Coordination seiner Bewegungen. Diese Thatsache würde hinreichen, um zu beweisen, dass das Coordinationsvermögen vom Sehvermögen unabhängig ist.

Nur die klinische Beobachtung konnte die Wichtigkeit dieses Sinnes als Beihilfe zu den willkürlichen Bewegungen klarlegen. Zuerst erinnere ich in dieser Beziehung an eine Reihe von Thatsachen, die ich in der Studie über die Ataxie locomotrice mitgetheilt habe. Ich habe gezeigt, dass wenn ein Individuum im zweiten Stadium dieser Krankheit, das durch Störungen in der Coordination der Bewegungen und in der Bewahrung des Gleichgewichtes charakterisirt wird, einen Augenblick des Sehvermögens beraubt wird, die Disharmonie seiner Bewegungen erheblich zunimmt. Diese Thatsache beweist also, dass der Gesichtssinn der Uebung des Coordinationsvermögens der Locomotion zu Hilfe kommt. — Um beiläufig die Frage zu berühren, die ich oben angeregt habe (B), will ich darauf aufmerksam machen, dass die Störungen, die durch den Verlust des Gesichtes bei der Ataxie locomotrice verursacht werden, bei weitem grösser sind, als die in Folge von Lähmung des Muskel- und Gelenkgefühles. Trotzdem wird es Niemandem in den Sinn kommen, zu sagen, dass die locomotorische Coordination dem Gesichtssinn untergeordnet ist. Noch weniger war man also

zu dem Ausspruch berechtigt, dass die locomotorische Coordination dem Muskelsinn untergeordnet sei.

Der Einfluss des Gesichtes auf die Locomotion hat sich auch bei der Lähmung des Muskel-, Knochen- und Gelenk-Gefühls geltend gemacht, von der oben bei Gelegenheit der Selbstständigkeit der Coordination der Bewegungen die Rede war. Wie man sich nämlich erinnert, können Individuen, die mit dieser Lähmung an den oberen und unteren Extremitäten behaftet sind und, sobald sie durch das Sehen unterstützt werden, alle ihre Bewegungen fast in normaler Weise ausführen, sich nicht mehr aufrecht erhalten, nicht gehen, noch sich ihrer Gliedmassen bedienen, wenn sie plötzlich des Sehvermögens beraubt werden oder im Finsteren sind, obgleich sie dann noch alle willkürlichen Bewegungen ausführen können.

§ III. Bewegungsfähigkeit unter Ausschluss des Gesichtes.

Eine andere Reihe von klinischen Thatsachen, die ich jetzt mittheilen will, kann man nicht mit Stillschweigen übergehen, sobald man von der Coordination spricht; sie zeigen noch deutlicher, wie wichtig der Einfluss des Sehens auf die Locomotion ist, und beleuchten eine physiologische Erscheinung, die zu den sonderbarsten und unerwartetsten gehört. Der nervöse Mechanismus der Locomotion wird dadurch noch complicirter. Wir haben oben gesehen, dass alle Kranken mit fehlendem Muskelgefühl, deren Beobachtungen von Ch. Bell publicirt worden sind, und ebenso die, welche mir die gleichen Erscheinungen dargeboten haben, ihre willkürlichen Bewegungen auch dann ausführen konnten, wenn sie des Gesichtes beraubt wurden, obgleich die Locomotion dabei eine grosse Störung erlitt. Im Gegensatz dazu habe ich constatirt, dass gewisse Individuen (Männer und Weiber), die in gleicher Weise des Muskelgefühls beraubt sind, sobald man sie am Sehen verhindert, die Fähigkeit verlieren, ihre willkürlichen Bewegungen auszuführen. Wenn man ihnen dabei z. B. befiehlt, die Hand zu öffnen oder zu schliessen, den Vorderarm zu beugen oder zu strecken, mit einem Worte bei jeder Bewegung, zu der man sie auffordert, verharren die Muskeln trotz aller ihrer Bemühungen in vollkommener Unthätigkeit. Indessen glauben sie die aufgetragene Bewegung zu thun; sie sind

daher sehr überrascht, wenn sie, sobald sie wieder sehen können, bemerken, dass die Bewegung nicht ausgeführt worden ist. Wenn man ferner dieselben Kranken veranlasst, eine kräftige Bewegung auszuführen, (ihre Muskelkraft ist normal, wenn sie sich des Gesichts bedienen können), und wenn man sie zur Zeit, wo die Bewegung vollführt ist, auffordert damit aufzuhören, während man sie am Sehen verhindert, so beobachtet man, dass die Muskelcontraction mit derselben Kraft andauert, obgleich sie glauben vollständig unthätig zu sein; erst nach einigen Secunden fallen die Muskeln in Erschlaffung zurück. Diese Versuche habe ich an den oberen und unteren Gliedmassen vor zahlreichen Zeugen in den Hospitälern oft variirt und wiederholt, sie haben immer dieselben Resultate gegeben.

Die drei ersten Fälle der Art, die ich beobachtet habe, reichen bis in das Jahr 1848 zurück (sie sind mit allen Einzelheiten mitgetheilt worden.*) Seitdem ist ein vierter Fall von Herrn Dr. Martin Magron beobachtet worden,**) dessen gelehrten und ausgezeichneten Vorlesungen ein grosser Theil der jüngeren ärztlichen Generation gefolgt ist, und dessen gutes Urtheil bekannt ist. Die Beobachtung wurde von ihm in einem Sinne aufgefasst, der zu Gunsten des wirklichen Vorhandenseins jener Eigenschaft sprach, die ich Muskelbewusstsein genannt hatte (einer Bezeichnung, die er, vielleicht mit Grund, kritisirt hat, und die ich fallen gelassen habe). Ein fünfter Fall bildete den Gegenstand einer interessanten Arbeit, die ebenfalls publicirt wurde von Herrn Liégeois,***) Extraordinarius der medicinischen Facultät. Endlich hatte ich selbst Gelegenheit, im Jahre 1863 in der Charité auf der Abtheilung des Herrn Pelletan einen sechsten und letzten ähnlichen Fall zu beobachten. Er hat zu einigen neuen geistvollen Betrachtungen in anderer Beziehung Anlass gegeben, die Herr Lasègue†) im Jahre 1864 publicirt hat, in dessen Abtheilung die Kranke später eingetreten ist, der meine früheren Untersuchungen über den Gegenstand ohne Zweifel vergessen hätte oder nicht kannte.

Alle diese Fälle also, von denen der erste von mir veröffentlichte bis auf's Jahr 1848 zurückreicht, die dann von verschiedenen Beobachtern controllirt worden sind, sind der Wissenschaft erhalten. Sie beweisen, dass unter gewissen krankhaften Bedingungen die Bewegungsfähigkeit während der Unterdrückung des Sehver-

*) Electrisation localisée I. éd. p. 415 ff., II. éd. Cap. XIV. p. 424 ff.

**) Gazette hebdomadaire 1858.

***) Gazette médicale Janv. 1860 p. 7.

†) Arch. gén. de méd. avril 1864.

mögens verloren geht und durch Rückkehr dieses Sinnes wieder hergestellt wird. Folglich giebt es eine instinctive Fähigkeit oder Muskeleigenschaft, — die Deutung der Thatsache hat augenblicklich geringes Interesse — die ich in Zukunft nennen werde: Bewegungsfähigkeit unter Ausschluss des Gesichtes.

Ich begnüge mich hier andie Schlusssätze der Abhandlung zu erinnern, die ich über diese Frage veröffentlicht habe, und auf die ich den Leser verweise; nur ihre Fassung werde ich etwas modificiren: 1) Es scheint eine Fähigkeit oder Eigenschaft zu existiren (deren nervöser Mechanismus unbekannt ist), die zur Vollführung der willkürlichen Muskelcontraction dient; sie ist es ohne Zweifel, die, vom Willen angeregt und ihrerseits auf das Gehirn zurückwirkend, uns über die Wahl der Muskeln, deren Contraction dasselbe veranlassen soll, so zu sagen aufklärt. Ich schlage vor, sie „Bewegungsfähigkeit unter Ausschluss des Gesichtes“ zu nennen. 2) Die Bewegungsfähigkeit unter Ausschluss des Gesichtes, die bei der Vollführung der willkürlichen Bewegungen der Contraction vorauszugehen und sie zu bedingen scheint, ist nicht mit der Sensation zu verwechseln, welche durch das Gefühl der Schwere, des Widerstandes u. s. w. entsteht, welche von Ch. Bell Muskelsinn und von Gerdy Gefühl der Muskelthätigkeit genannt worden ist und in meinen Augen nichts anderes ist, als das Muskelgefühl; diese Sensation ist die Folge der Contraction. 3) Im Normalzustande besteht diese physiologische Erscheinung unabhängig vom Sehen, was die Benennung „Bewegungsfähigkeit unter Ausschluss des Gesichtes“ rechtfertigt. 4) Sie ist für die willkürliche Muskelcontraction erforderlich und für das Aufhören dieser Contraction. Der Gesichtssinn leistet ihr jedoch eine gewisse Hilfe und kann sie unter gewissen krankhaften Bedingungen sogar ersetzen. 5) Der gleichzeitige Verlust der Bewegungsfähigkeit unter Ausschluss des Gesichts und des Gesichtssinnes bedingt nothwendigerweise eine Lähmung der willkürlichen Bewegung. 6) Der Nutzen der Bewegungsfähigkeit unter Ausschluss des Gesichtes ist für Jeden leicht verständlich, denn sonst hätte jede Muskelthätigkeit (ebensowohl die Contraction, als das Aufhören derselben) die Mitwirkung des Gesichtes erfordert.

---

§ IV. Unabhängigkeit der willkürlichen Contractilität von der elektrischen Contractilität.

Die gegenseitige Unabhängigkeit der willkürlichen Contractilität und der elektromuskulären Contractilität ist heute eine für die Wissenschaft gewonnene Thatsache, die im Jahre 1865 bei den officiellen Vorlesungen des Collège de France*) Erwähnung gefunden hat. Ehe man allgemein über die Wirklichkeit dieser physiologischen Thatsachen aufgeklärt worden ist, habe ich sie zwei Decennien lang gegen mitunter herbe Kritiken vertheidigen müssen.

Im Jahre 1846 richtete ich eine Abhandlung an die Akademie der Wissenschaften, mit dem Titel: Die elektromuskuläre Erregbarkeit ist für die Motilität nicht nothwendig. „Wenn man sich der grossen gelehrten Discussion über die Haller'sche Irritabilität erinnert“, sagte ich damals, „die man bis jetzt vom Leben unzertrennlich geglaubt hat, so muss der Satz, den ich ausgesprochen habe, Unglauben erregen“. Was ich voraussah, hat sich verwirklicht, denn dieser Satz wurde damals als Paradoxon behandelt. Und doch war er nur der genaue Ausdruck der folgenden Thatsache: Ich hatte constatirt, dass unter gewissen krankhaften Bedingungen Individuen, bei denen die Muskeln eines Gliedes sich unter einem noch so starken Inductionsstrom nicht contrahirten, wenigstens nicht in merklicher Weise, sie dennoch willkürlich in normaler Weise contrahiren konnten; daraus hatte ich auf Nichtidentität der Nervenerregung mit der elektrischen Erregung geschlossen.

Nachdem ich in zahlreichen Fällen (ungefähr 100 Mal) dieselbe Erscheinung beobachtet hatte, wagte ich im Jahre 1855 die Abhandlung zu veröffentlichen, die ich über denselben Gegenstand im Jahre 1846 an die Akademie gerichtet hatte. **)

*) Cl. Bernard, Wirkung des Curare auf die verschiedenen motorischen Nerven. Rev. des cours scientif. No. 15 p. 241.

**) Einige Reflexionen, die ich der Mittheilung der Fälle vorausschickte, mögen hier eine Stelle finden: „Niemand hatte daran gedacht, die wichtige Rolle, die Haller der Irritabilität zugewiesen hatte, zu bestreiten. Wenn es auch wahr ist, dass die Physiologen über den Sitz dieser Eigenschaft nicht in Uebereinstimmung waren, und dass sie sich in lebhafte und endlose Discussionen über diesen Gegenstand eingelassen haben, so weiss man doch, dass sie sich alle hinsichtlich der Wichtigkeit der Irritabilität für die Muskelfunctionen so gut verstanden haben, dass keiner von ihnen auf den Gedanken gekommen ist, an der innigen Verbindung der elektromuskulären Contractilität und der willkürlichen Contractilität zu zweifeln. Heute jedoch, 5 Jahre nach der Ein-

Dieselbe Erscheinung, in zahlreichen genau beobachteten Fällen bestätigt, untersuchte ich dann in pathologischer Hinsicht und beschrieb im Jahre 1861 eine neue Art von Lähmung unter dem Namen „Lähmung der elektromuskulären Contractilität." *) In dieser Arbeit ebenso wie in der vorhergehenden Abhandlung trug ich Sorge, die krankhaften Bedingungen kennen zu lehren, bei denen diese Muskeleigenschaft (die elektrische Erregbarkeit) aufgehoben ist, obgleich die willkürliche Contractilität bewahrt ist. (Ich verweise den Leser auf die Capitel, in denen einige dieser Fälle mit allen Einzelheiten mitgetheilt sind). Ich schloss ausserdem daraus auf die wechselseitige Unabhängigkeit der willkürlichen Contractilität und der elektromuskulären Contractilität. **)

Wie ich schon weiter oben gesagt habe, hat die Frage endlich einen grossen Schritt vorwärts gemacht. Schon im Jahre 1859 sagte Landry, — der sich vorgenommen zu haben schien, mir in allen Dingen zu widersprechen —: „Ich glaube nicht, dass irgend Jemand vor ihm (Herrn Duchenne) an die vollständige Nutzlosigkeit der Muskelreizbarkeit gedacht hat. . . . Nichts kann wahrer sein, bei gewissen Lähmungen erscheint die willkürliche Bewegung wieder, ehe die Elektricität eine merkliche Veränderung im Zustande der Erregbarkeit enthüllt. — Die wesentliche Thatsache bewahrheitet sich, aber (fügt er hinzu, in eine Kritik zurückfallend, die er nicht begründet) die Thatsache muss in einer nicht so hyperbolischen Weise ausgesprochen werden." — Warum hyperbolisch, frage ich, da meine Behauptung nur der Ausdruck der dargelegten Thatsachen war?

Ehe man die Entdeckung der wichtigen Erscheinung, welche die Nicht-Identität des nervösen Willensreizes und des elektrischen

---

reichung meiner Abhandlung an die Akademie der Wissenschaften, auf zahlreiche neue Fälle gestützt, die öffentlich auf den klinischen Abtheilungen und oft vor den hervorragendsten Männern der Wissenschaft constatirt worden sind, bestehe ich auf der Behauptung, dass das Erhaltensein der elektromuskulären Contractilität zur Ausführung der willkürlichen Bewegungen nicht nothwendig ist.

*) Electrisation localisée II. éd p. 662.

**) Meine Schlussworte waren damals: „Wenn eine so tiefe Läsion der Erregbarkeit die Muskelfunctionen in keiner Weise stört, ist damit etwa gesagt, dass diese Eigenschaft überflüssig ist? Das ist nicht meine Ansicht; ich bekenne mich im Gegentheil zu der Ansicht, dass Alles in der Schöpfung einen Zweck hat. Nach den vorangegangenen Beobachtungen ist es aber klar, dass der Nutzen der elektromuskulären Contractilität, dieser Irritabilität, über die man soviel geschrieben, soviel gestritten hat, noch erst zu erforschen ist."

Reizes bewies, proklamirte, wartete man ohne Zweifel im officiellen physiologischen Unterricht ihre Bestätigung durch Vivisectionen ab. In der That kündigte erst im Jahre 1865 Herr Cl. Bernard in einer seiner gelehrten Vorlesungen im Collège de France an, dass man in der Pfote eines Frosches, die man vorher gelähmt hatte, die willkürliche Contractilität wiederherstellen könnte, obgleich ihre elektrische Contractilität vollkommen aufgehoben wäre; *) er schloss daraus, dass man sich wohl hüten müsste, diese beiden Reize zusammenzuwerfen (den normalen Willensreiz und den elektrischen Reiz). Herr Cl. Bernard wusste, dass sich diese Entdeckung aus dem Jahre 1846 herschrieb, und dass ich sie der klinischen Beobachtung verdankte.

§ V. Innervation der locomotorischen Coordination.

Welcher Punkt des Myëlencephalon ist mit den Eigenschaften begabt, die das Coordinationsvermögen der Locomotion ausmachen? Wie soll man das Bewegungsvermögen unter Ausschluss des Gesichtes durch die Innervation erklären, und ferner die wechselseitige Unabhängigkeit der willkürlichen und elektrischen Erregbarkeit? Alle diese Fragen stehen jetzt auf der Tagesordnung. Sie scheinen mir für den Augenblick unlöslich und ich muss sie daher zurückstellen.

Jedoch wird es wichtig sein heute zu constatiren, dass die erste Frage in eine neue Phase eingetreten ist. Man muss den Muth haben, es zu sagen: Die exacte klinische Beobachtung, erleuchtet durch die Begriffe, die ich soeben von dem Mechanismus der Coordination entwickelt habe, hat mir bewiesen, dass der anatomische Sitz des Coordinationvermögens der Locomotion nicht im Kleinhirn ist, da sich herausstellte, dass die Störungen der Locomotion in Folge der Läsion dieses Organes beim Menschen nicht diejenigen

---

*) Dieser Versuch ist von Herrn Dr. Preyer angestellt und von andern Physiologen, u. a. von Herrn Schiff wiederholt worden. „Nachdem er die Pfote eines Frosches abgebunden hatte, liess er sie in den Zustand der Leichenstarre verfallen; dann stellte er den Normalzustand wieder her, indem er sie mit einer gewissen Substanz imbibirte (ich glaube einer Lösung von Zinkchlorür) und dem Blute freien Zulauf gestattete; dann konnte er constatiren, dass der Frosch die Fähigkeit, seine Pfote unter dem Einfluss des Willens zu bewegen, wieder gewann, obgleich der motorische Nerv, der sich in der Pfote verbreitete, noch nicht elektrisch erregbar geworden war." (Rev. des cours scientif. 1865 No. XV. p. 244).

sind, welche die Incoordination seiner locomotorischen Bewegungen charakterisiren. Um diese Frage zu lösen, brauchte ich nur die Störungen der Locomotion zu vergleichen, die bei den Kranken mit einer Kleinhirnläsion bestehen, und diejenigen, die man bei den Individuen mit Sclerose der Rückenmarkshinterstränge und Atrophie der hinteren Wurzeln beobachtet, und dabei den Zustand des Muskel-, Haut- und Gelenk-Gefühls, welches bei diesen verschiedenen Affectionen zuweilen merklich herabgesetzt ist, in gebührende Rechnung zu ziehen. Ich will kurz an das Geschichtliche dieser Untersuchungen erinnern, die ich in der Gazette hebdomadaire im Jahre 1854 veröffentlicht habe.

Bekanntlich haben Verstümmlungen oder Ausschneidungen des Kleinhirns an lebenden Thieren zu den von Herren Flourens beschriebenen Erscheinungen Anlass gegeben, und derselbe hat daraus geschlossen, „dass im Kleinhirn eine Eigenschaft wohne, von der die bekannten physiologischen Erscheinungen keine Vorstellung geben könnten, die darin bestände, die Bewegungen, welche von gewissen Theilen des Nervensystemes gewollt, von anderen angeregt würden, zu coordiniren . . .; dass das Kleinhirn der ausschliessliche Sitz des Principes sei, welches die Bewegungen der Locomotion coordinire." Die Versuche des Herrn Flourens wurden von sehr vielen anderen Beobachtern wiederholt und variirt, hauptsächlich von Bouillaud,*) Longet, in neuerer Zeit von dem berühmten pathologischen Anatomen Hrn. Wagner,**) von Hrn. Dalton***) und Hrn. Ph. Lussana†), und haben zu ähnlichen Ergebnissen

*) Recherches expérimentales et cliniques tendant à répéter l'opinion de Gall sur les fonctions du cervelet Arch. gén. de méd. 1838.

**) R. Wagner, Kritische und experimentelle Untersuchungen über die Functionen des Gehirns, Zeitschr. für rationelle Med. 1861.

***) On the cerebellum as the centre of coordination of the voluntary movements. Journ. of medical sciences 1861.

†) Den italienischen Physiologen führe ich hier nicht nur wegen seiner Autorität an, sondern auch, weil er weiter als seine Vorgänger gegangen ist und in einer Arbeit im Journal de physiologie von Brown-Sequard den Mechanismus untersucht hat, durch den das Kleinhirn der Coordination der Bewegungen vorstehen sollte. Nach ihm wäre das Kleinhirn das Organ des Muskelsinnes, d. h. der besonderen Sensibilität, die die Fähigkeit verleihen soll, die zur Vollbringung dieser oder jener Bewegung nothwendigen Muskelcontractionen abzumessen und zu beherrschen. Durch die Läsionen des Kleinhirns sollte diese Sensibilität herabgesetzt oder aufgehoben sein, und daraus sollte die Ataxie der Bewegungen entstehen! Zum Unglück für diese Hypothese giebt es gar keinen Muskelsinn; die klinische Beobachtung beweist, (s. S. 609 B. Einfluss der Sensibilität auf das Coordinationsvermögen), dass der

geführt, wie die des Herrn Flourens; wie er, haben alle diese Experimentatoren daraus geschlossen, dass das Kleinhirn das Coordinationscentrum der Locomotion sei.

Zur Zeit, als ich die Symptomatologie der locomotorischen Ataxie darlegte, war ich selbst von der Wahrheit der Ideen, die über diesen Sitz der Coordination der willkürlichen Bewegungen im physiologischen Unterricht herrschten, so durchdrungen, dass ich darauf rechnete, die anatomische Läsion dieser besonderen Krankheit im Kleinhirn zu finden. Ich habe auch zugestanden, wie sehr ich davon überrascht gewesen war, dieses Organ vollkommen gesund zu finden, als ich zum ersten Male der Autopsie eines Individuums, das dieser Krankheit erlegen war, beiwohnte. *)

Von diesem Tage ab vermuthete ich, dass sehr wahrscheinlich die Functionsstörungen der Locomotion, die den Kleinhirnläsionen eigen sind, beim Menschen von denjenigen unterschieden werden könnten, die durch die locomotorische Ataxie bedingt sind; ich sah voraus, dass ich bei einer strengeren Analyse ihre differential-diagnostischen Zeichen würde finden müssen, besonders mit Hilfe der Kenntniss, die ich von dem Mechanismus der Coordination, der oben dargelegt wurde, schon besass, (einer Kenntniss, ohne die mir, wie ich wiederhole, eine solche Analyse unmöglich scheint). In der That bestehen solche Zeichen; nachdem ich sie seit ziemlich langer Zeit und an einer hinreichenden Zahl von Individuen in den Hospitälern beobachtet und constatirt hatte, dass die Kleinhirn-Läsionen eine Art von Taumel der Bewegungen, aber nicht ihre Incoordination erzeugen, konnte ich bei Gelegenheit einer Arbeit über den pathologischen Zustand des Sympathicus,**) bei der Ataxie locomotrice der medicinischen Gesellschaft der Seine erklären, dass es in Zukunft nicht mehr möglich sein würde, beim Menschen die durch Kleinhirnläsionen bedingten funktionellen Störungen der Locomotion mit denen zu verwechseln, die für die Ataxie locomotrice charakteristisch sind, und konnte mich dazu erbieten, ihr nächstens den Beweis dafür durch den Leichenbefund zu liefern. Einige Monate

Muskelsinn nichts anderes ist, als ein Phänomen der allgemeinen Muskelsensibilität, das für die Locomotion nicht einmal so wichtig ist wie das Gelenkgefühl, und dass die Coordination von der Sensibilität unabhängig ist.

*) Ich ergreife diese Gelegenheit um zu sagen, dass es mir nicht möglich gewesen ist, das Rückenmark des Individuums, das an der von mir beschriebenen Krankheit gestorben war, anders als mit blossem Auge zu untersuchen.

**) Recherches sur l'état pathologique du grand sympathique dans l'ataxie locomotrice progressive. Gaz. hebdomad. 1864, II. série, t. I, p. 116.

später erfüllte ich mein Versprechen, nachdem ich neue Fälle gesammelt hatte, bei denen die Diagnose durch die Leichenuntersuchung bestätigt worden war, und las vor der Gesellschaft der Seine eine Abhandlung mit dem Titel: „Differentialdiagnose der Kleinhirnaffectionen und der Ataxie locomotrice progressive", auf welche ich meine Leser verweise.

Ich will mich darauf beschränken, hier ihren Schluss wieder zu geben.

„1) Die Störungen der Locomotion bei Kleinhirnaffectionen sind denen der Alkoholtrunkenheit, die in dieser Abhandlung beschrieben worden sind, sehr ähnlich; 2) Sie sind ebenso durch Schwindelgefühle veranlasst oder durch ein Taumeln durch Schwindel charakterisirt; 3) Dieses Taumeln durch Schwindel in Folge von Kleinhirnaffectionen ist von dem Taumeln durch mangelnde Synergie, das man bei der Ataxie locomotrice beobachtet, leicht zu unterscheiden.

Die irrigen Vorstellungen, die über die Kennzeichen der Coordinaton der Bewegungen und über den Sitz des Coordinationsvermögens in der Physiologie herrschen, sind durch die Vivisectionen in die Wissenschaft eingeführt worden, und dies hat folgende Ursache. Wie ich so eben festgestellt habe, bewirken Kleinhirnläsionen beim Menschen Schwindelgefühle, auf denen die Störungen der Locomotion, die dabei gleichzeitig beobachtet werden, beruhen, während die Incoordination der Bewegungen bei der Ataxie locomotrice ohne Schwindelgefühle besteht, wenn nicht Doppelsehen dabei ist —, wodurch er bekanntlich hervorgerufen werden kann. — Die Thiere können nun aber natürlich nicht über Schwindel klagen. Das wesentliche diagnostische Zeichen der Kleinhirnläsion hat also bei der Vivisection immer gefehlt und wird immer fehlen.

Nehmen wir an, der Experimentator hätte die Schwindelgefühle bei den Thieren erkennen können; dann hätte er noch das Taumeln durch Schwindel von der locomotorischen Incoordination zu unterscheiden gehabt. Nun wird Niemand leugnen, dass, um die Zeichen der Incoordination zu analysiren und zu erkennen, man vor Allem wissen muss, wie beschaffen der Mechanismus der locomotorischen Coordination ist. Dieser Mechanismus war nicht bekannt. Aber angenommen noch, die im Vorhergehenden entwickelten Daten über den Mechanismus der locomotorischen Coordination beim Menschen wären allgemein bekannt gewesen, so wären diese Daten auf das Studium der Incoordination bei den Thieren nicht anwendbar gewesen, denn man hätte ausserdem wissen müssen, welche besonderen

Functionsstörungen durch die partielle Lähmung ihrer Muskeln bei den impulsiven, moderatorischen oder collateralen Muskelassociationen entstehen, wenn sie auf vier Füssen stehen oder, wenn sie fliegen wollen etc. Derartige klinische Analysen sind aber noch nicht gemacht worden, und es fragt sich, ob sie bei den Thieren jemals möglich sein werden.

Aus dem Vorangegangenen folgt, dass man bei den Thieren das Taumeln durch Schwindel von der locomotorischen Incoordination nicht unterscheiden und auch den complicirten Mechanismus dieser Coordination nicht analysiren kann. Folglich sind die Vivisectionen, — obgleich ich mich als Anhänger der Vivisectionen erkläre, besonders, wenn sie physiologische Thatsachen bestätigen sollen, die durch die klinische Beobachtung am Menschen der Wissenschaft gewonnen wurden, — die Vivisectionen sind also, sage ich, zu grob oder unzureichend bei dieser Art physiologischer Untersuchungen und können uns den Punkt des Myëlencephalon nicht kennen lehren, der mit den Eigenschaften begabt ist, die das Coordinationsvermögen der Locomotion ausmachen.

Zum Glück wird die klinische Analyse der Zeichen der locomotorischen Incoordination mit den Daten, die ich mitgetheilt habe, wenn auch schwierig, in Zukunft immer möglich sein. Da wir nun auf diese Weise schon erfahren haben, dass die Läsion des Kleinhirns nicht die locomotorische Incoordination erzeugt, dass dieses Organ nicht ein nervöses Coordinationscentrum ist, so fragt es sich, wo dieses Coordinationscentrum liegt. Ich habe erklärt, dass diese Frage augenblicklich unlöslich ist, und dass man sie zurückstellen muss, ich bin also gebunden, diese Behauptung zu begründen.

Seitdem die mikroskopische Untersuchung gelehrt hat, dass die Sclerose der Hinterstränge des Rückenmarks und die Atrophie der hinteren Wurzeln die hauptsächliche und gewöhnliche anatomische Läsion der Ataxie locomotrice progressive bilden, sollte man meinen, dass man in der Kenntniss des Sitzes des nervösen Coordinationscentrums weiter gekommen sein müsste. Nach meiner Meinung ist die Schwierigkeit dadurch nur weiter zurückgewichen, denn die Stränge und Wurzeln können in diesem Falle nur als Leiter der coordinatorischen Nervenkraft betrachtet werden. Wie nämlich durch die Vivisectionen bewiesen zu sein scheint, enthalten die hinteren Wurzeln Leitungsfasern, sowohl für die Schmerzempfindung, deren Quelle in der grauen Substanz und nicht in den Hinter-

strängen liegt,*) als für die Tastempfindung, die besonders in den Hintersträngen zu finden ist.**) Da nun aber aus der klinischen Beobachtung beim Menschen hervorgeht, dass die Coordination nicht der Sensibilität untergeordnet ist (s. den vorhergehenden § auf S. 609), so muss man annehmen, dass die hinteren Wurzeln und vielleicht auch die Hinterstränge Coordinationsfasern der Locomotion in sich enthalten. — Diese Coordinationsfasern sind jedenfalls die hauptsächlich erkrankten bei den Individuen mit Ataxie locomotrice progressive, wenn ihre Bewegungen incoordinirt sind, obgleich ihre Sensibilität normal geblieben ist. Es ist also vollkommen begreiflich, dass eine Läsion der Hinterstränge und hinteren Wurzel das Functioniren der locomotorischen Coordination stören kann; die Quelle aber der locomotorischen Nervenkraft, den Punkt des Myëlencephalon, der die Eigenschaften birgt, die man als Coordinationsvermögen der Locomotion bezeichnet, muss man höher oben suchen.

In summarischer Weise würde ich den Mechanismus der coordinatorischen Innervation, wie ich ihn verstehe, in folgende Punkte zusammenfassen: 1) Gewisse Zellen der grauen Substanz combiniren sich, um die impulsiven, moderatorischen und unter Umständen auch die collateralen Associationen, die für jede willkürliche oder instinctive Bewegung nothwendig sind, in Harmonie zu bringen. 2) Diese Combinationen von Zellen der grauen Substanz stehen selbst unter dem Befehle und der Leitung gewisser Zellen des Gehirns. Ebenso nämlich, wie das Coordinationsvermögen der Articulation der Wörter, dessen Lähmung eine Art der Aphasie bildet,***) nach den neueren Untersuchungen seinen Sitz in einem Punkte der Grosshirnhemisphären zu haben scheint, ebenso schöpft vielleicht das Coordinationsvermögen der Locomotion seine besondere Innervation aus dem Gehirn, — aber wohlverstanden aus einem andern Orte, als dem Kleinhirn. — Darauf wird sich die Forschung mit Hilfe der klinischen Beobachtung richten müssen. Ob man aber jemals soweit kommen wird, dieses Problem zu lösen? Ich will die Hoffnung darauf nicht aufgeben.

---

*) Diese Thatsache ist durch die Untersuchungen von Bellingeri (1822) Calmeil (1828), Stilling (1842), Brown-Séquard (1846, 1847, 1855) Türck (1854), Schiff (1857) festgestellt worden.

**) Schiff (1857). (Man findet die Titel der von den oben citirten Autoren publicirten Arbeiten in allen neueren Lehrbüchern der Physiologie, besonders in der bibliographischen Notiz des Traité élémentaire de la physiologie humaine von M. J. Beclard V. éd. Paris 1866 p. 747.)

***) Ich habe zwei merkwürdige Fälle mit Integrität der geistigen Fähigkeiten beobachtet.

Vierter Theil.

Bewegungen des Gesichtes.*)

„Sobald die Seele bewegt wird, wird das menschliche Antlitz ein lebendes Gemälde, auf dem die Leidenschaften mit ebenso viel Feinheit als Energie wieder gegeben, auf dem jede Seelenbewegung, jede Thätigkeit durch ein charakteristisches Kennzeichen ausgedrückt wird, dessen lebhafter und stets bereiter Ausdruck dem Willen voraneilt, uns verräth, und durch pathetische Zeichen die Bilder unserer geheimsten Bewegungen der Aussenwelt wiedergiebt." **)

„Die Seele ist also die Quelle des Ausdruckes, sie lässt die Muskeln spielen und lässt sie das Abbild unserer Leidenschaften in charakteristischen Zügen auf dem Gesichte abmalen. Folglich können die Gesetze, welche den Ausdruck der menschlichen Physiog-

---

*) Der Verfasser war bis zu diesem Theil seiner Arbeit gelangt, als er sich, in der Besorgniss, dass sein Buch einen zu grossen Umfang erreichen könnte, entschloss, uns einen Auszug seiner Untersuchungen über die Physiognomie des Gesichtes publiciren zu lassen. Wir haben die Form der Darstellung, die in dem vorhergehenden Theil angewandt ist, beibehalten. Wegen weiterer Einzelheiten verweisen wir auf sein schönes Buch unter dem Titel: Mécanisme de la physiognomie humaine, ou Analyse électro-physiologique de l'expression des passions. Mit Atlas 1862. Kleine Ausgabe 1866. Mit 9 Tafeln, enthaltend 74 Photographien. (Anmerkung der Herausgeber.)

**) Buffon. Histoire naturelle de l'homme, Paris 1792.

nomie regieren, durch das Studium der Muskelwirkung erforscht werden." *)

Bisher ist man nur auf dem Wege der Beobachtung und der Induction vorgegangen. Man hatte wohl begriffen, dass die Bewegungen des Gesichtes, wie des Armes oder eines anderen Theiles, durch die Muskeln erfolgten; aber die Wirkung der Gesichtsmuskeln war nur entweder aus den Furchen und Hautfalten, die durch die wiederholten Contractionen langsam entstanden, oder aus der Form, der Richtung und den Ansatzpunkten der Muskelfasern selbst gefolgert worden. Diese Daten hatten nicht zur Wahrheit geführt und konnten nicht dazu führen. So ist es, was die Falten und Furchen des Gesichtes betrifft, leicht zu beweisen, dass sie nicht ausschliesslich aus dem Ausdruck der Leidenschaften hervorgehen, sondern oft angeborene oder erworbene Gebrechen zu Ursachen haben, dass sie ausserdem nicht, wie Camper sich vorgestellt hatte, stets senkrecht zur Richtung der Muskeln sind. Hauptsächlich für das Studium der ruhenden Physiognomie haben diese Stigmata Wichtigkeit, aber über das den isolirten Muskeln eigene Spiel lehren sie nichts Sicheres.

Da die Schlussfolgerungen der Beobachtung und der Anatomie a priori und a posteriori nicht hinreichten, so musste man anders vorgehen und die experimentelle Methode anwenden.

„Die Lösung dieses Problems habe ich viele Jahre lang gesucht und mit Hilfe elektrischer Ströme die Contraction der Gesichtsmuskeln hervorgerufen, um sie die Sprache der „Leidenschaften und Gefühle sprechen zu lassen." „Der Versuch", sagt Bacon, „ist gewissermassen eine Frage, die man an die Natur richtet, um sie zum Sprechen zu bringen." Dieses sorgfältige Studium der partiellen Muskelwirkung hat mir den Grund für das Vorhandensein der Linien, Furchen und Falten des Gesichtes, wenn es in Bewegung ist, enthüllt. Diese Linien und Falten sind aber gerade die Zeichen, welche durch ihre verschiedenartigen Combinationen zum Ausdruck der Physiognomie dienen. Wenn ich so von dem ausdrückenden Muskel auf die Seele zurückging, die ihn in Bewegung setzt, war es mir möglich, den Mechanismus, die Gesetze der menschlichen Physiognomie zu studiren und zu entdecken . . . mit einem Worte, durch die elektrophysiologische Analyse und mit Hilfe der Photographie die Kunst kennen zu lehren, die Ausdruckslinien des menschlichen

*) Duchenne l. c. Vorrede S. 5.

Gesichtes correct zu malen, eine Orthographie der Physiognomie in Bewegung,*) wie man sie nennen könnte."

Die Experimentalphysiologie, dies ist ihr wesentlicher Charakter, hat sich einen selbstständigen Weg geschaffen; sie rechnet nur mit den Resultaten, die sie erhält und lässt sich durch die Daten der reinen Anatomie nicht zu Hilfe kommen. Sie setzt aber eine vorher erworbene gewissenhafte Kenntniss des normalen Verhaltens der Gegend oder der Organe, an denen sie operirt, voraus. Von diesen Anforderungen der Methode durchdrungen, hat Herr Duchenne die elektrische Untersuchung der Gesichtsmuskeln durch neue Präparationen eingeleitet, die sich ebensowohl auf die Muskeln erstreckten, deren Beschreibung er in einigen Punkten berichtigt hat, als auf die Nervenästchen, die sie innerviren. (Fig. 99 u. 100).

Der letzte Punkt war um so nothwendiger, als man, um eine isolirte Contraction der Gesichtsmuskeln zu erhalten, den Reiz genau auf die motorischen Nervenästchen, die sich darin verlieren, richten und folglich für jeden Muskel und selbst für jedes Hauptbündel des Muskels einen Ort der Wahl finden musste, auf dem die Elektroden angesetzt werden konnten. Eine solche für die Genauigkeit der Resultate unerlässliche Feststellung war kein geringes Unternehmen, wie alle diejenigen ohne Mühe begreifen werden, die das anatomische Verhalten des Nervus facialis kennen; es ist gut, diejenigen daran zu erinnern, die die Versuche etwa wiederholen wollen, um sie gegen die Misserfolge, Widersprüche und Zweifel, auf die sie bei ihren ersten Versuchen stossen könnten, zu wappnen.

Aber das ist nicht Alles: Die sensiblen Nervenzweige durchziehen nach allen Richtungen die subcutane Schicht des Gesichtes, und es ist sehr schwierig, die Elektroden irgendwo anzusetzen, ohne schmerzhafte Empfindungen zu bewirken (s. Fig. 100). Man konnte nun aber diesen Empfindungen Schuld geben, dass sie auf die Muskeln wirkten, und dies benahm den Contractionen den Charakter der Präcision, den man ihnen zuschrieb. Herr Duchenne hatte das Glück, diesem Einwurf zu begegnen, da er ein Individuum reiferen Alters fand, das mit Anaesthesie des Gesichtes behaftet war, und so die Möglichkeit besass, die Muskeln zur Contraction zu bringen ohne schmerzhafte Empfindungen zu erzeugen, und auf diese Weise einer Complication vorzubeugen.

Es ist hier nicht der Ort, seine Methode der localen Elektrisation mit allen Einzelheiten zu entwickeln. Nur einige allgemeine

*) Duchenne l. c. Vorrede S. 7.

Grundsätze, die hauptsächlich auf die locale Elektrisation der Gesichtsmuskeln anwendbar sind, mögen hier folgen, wir entnehmen sie einer Abhandlung des Verfassers*). Sie dürfen von denen, die etwa seine Versuche wiederholen wollen, nicht vernachlässigt werden.


Fig. 99.



Fig. 99. Anatomisches Präparat von den Gesichtsmuskeln. — A, Frontalis Muskel der Aufmerksamkeit. B, Orbicularis extra-palpebralis superior, Muskel des Nachdenkens; C, D, Palpebralis superior und inferior, Muskel der Verachtung und Ergänzungsmuskel zum Weinmuskel; E Orbicularis extrapalpebralis inferior, Muskel des Wohlwollens und Ergänzungsmuskel der Heiterkeit. F, Zygomaticus minor, Muskel des mässigen Weinens und des Kummers. G, Levator proprius labii superioris, Muskel des Weinens; H Levator communis labii superioris alaeque nasi, Muskel der Weinerlichkeit I, Zygomaticus major, Muskel der Freude. K, Masseter; L, Orbicularis oris. M, Triangularis menti, Muskel der Traurigkeit und Ergänzungsmuskel der agressiven Leidenschaften; N, Hervortretendster Punkt des Kinnes; O, Supraciliaris, Muskel des Leidens; P, Pyramidalis nasi, Muskel des Angriffs; Q, Transversus nasi, Muskel der Lüsternheit und Schlüpfrigkeit; R, Dilatator alae nasi.

*) Abhandlung des Herrn Duchenne (de Boulogne), eingereicht bei der Preisbewerbung, die die Akademie der Wissenschaften im Jahre 1856 auf Anlass Napoleons III. über die Anwendung der Elektricität bei der Medicin und den industriellen Künsten ausgeschrieben hatte.

Ergänzungsmuskel des leidenschaftlichen Ausdrucks; U, Buccinator, Muskel der Ironie; V, Tiefe Fasern des Orbicularis oris in den Buccinator übergehend; X, Quadratus menti, Ergänzungsmuskel der Ironie und der agressiven Leidenschaften; Y, Subcutaneus colli, Muskel der Furcht, des Schreckens und Ergänzungsmuskel des Zornes.



Fig. 100.

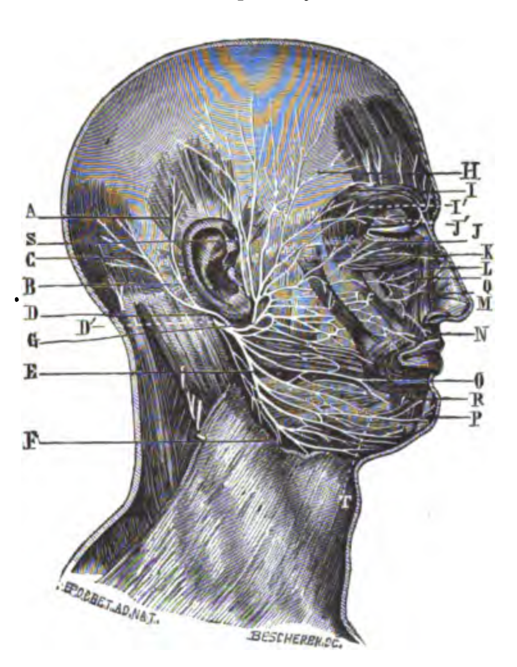


Fig. 100. Anatomisches Präparat von den motorischen Nerven des Gesichtes (des Facialis) — H, Motorischer Ast zum Frontalis; I, Motorischer Ast des Supraciliaris; I[1], Motorischer Nerv des Orbicularis palpebralis superior; J, Motorischer Nerv des Palpebralis superior; K, Motorischer Nerv zum Palpebralis inferior; b. Motorischer Nerv zum Zygomaticus major; c. Motorischer Nerv für den Zygomaticus minor; Q, Motorischer Nerv für den Levator proprius labii superioris; M, Motorischer Nerv für den Transversus nasi; L, Motorischer Nerv für den Levator communis labii superioris alaeque nasi; N u. O, Motorische Nerven für den Orbicularis oris; R, Motorischer Nerv für den Quadratus menti; P, Motorischer Nerv des M. mentalis; F, Motorischer Nerv für den Hautmuskel; D[1], Stamm des Facialis bei seinem Austritt aus dem Canalis Fallopiae; G, Ramus temporo-facialis; E, Ramus cervico-facialis; A, B, Motorische Nerven für die Mm. auriculares posterior und superior; C, Motorischer Nerv für den M. occipitalis; S, Ramus auriculo-temporalis des fünften Paares; T, Motorischer Nervenzweig für die Mm. orbicularis oris inferior, quadratus menti und triangularis menti.

Allgemeine Vorschriften, die bei der Anstellung der Versuche am Gesicht zu beobachten sind.

„Die galvanische Elektricität würde die Retina zu stark erregen, wie ich an einer anderen Stelle gezeigt habe.*) Man darf sie desshalb nicht anwenden, weil man sonst das Sehvermögen der zu den Versuchen dienenden Individuen gefährden würde. Am meisten eignet sich in diesen Fällen die Inductionselektricität, die ich nach ihrem Erfinder, Faraday, Faradisation genannt habe, aus folgenden Gründen: 1) weil sie auf das Auge nur schwach wirkt, besonders wenn man sich des primären Stromes bedient, (der im Sprachgebrauch als Extracurrent bezeichnet wird); 2) weil ihre Wärme erzeugende Wirkung nur sehr schwach ist; 3) weil die Apparate, mit denen man sie entwickelt, unendlich vollkommener und besser tragbar und deshalb für diese Art von Untersuchungen am geeignetsten sind."

„Die Wahl eines guten Apparates ist für das Gelingen dieser elektrophysiologischen Experimente sehr wichtig. Vor allen Dingen muss die Abstufung des Stromes mit Genauigkeit und innerhalb sehr verschiedener Grade möglich sein, so dass man mit einer sehr schwachen Stromstärke beginnen und verschiedene Grade der Contraction des gereizten Muskels und folglich alle Nüancen dieses oder jenes Gesichtsausdruckes erhalten kann. Die Unterbrechungen endlich des Inductionsstromes müssen so rasch und so regelmässig wie möglich sein, um die Nervencontraction nachzuahmen. Wenn die Unterbrechungen von einander zu weit entfernt wären, so würden sie ein Muskelzittern oder Beben bewirken, das den Ausdruck stören würde."

„Die Elektroden (Stromleiter) müssen an ihrem Ende nur eine geringe Oberfläche bieten, so dass sie nur den Punkt der Haut berühren, dem der Umfang des zu erregenden Organes (Muskels oder Nerven) entspricht. Am passendsten sind gekrümmte Excitatoren mit kegelförmigen Enden. Sie sind an Holz- oder Elfenbeingriffen befestigt".

[illegible] isolirte Contraction eines Gesichtsmuskels hervorzu-

*) [illegible] localisée, II, éd. 1861.

rufen, setzt man den Stromgeber an die Stelle des Specialpunktes des Muskels und schliesst den Strom, indem man den zweiten Stromgeber an irgend einen Theil des Körpers anlegt. Die Specialpunkte, an denen bei Ausübung der localen Elektrisation der Gesichtsmuskeln die Elektroden angelegt werden müssen, entsprechen den Nervenästen dieser Muskeln."

„Die gleichzeitige, gleich starke Contraction zweier gleichen Muskeln, z. B. der beiden Zygomatici majores, kann mit einem einzigen Apparate, dessen beide Pole auf beide genannten Muskeln einwirken, nicht erreicht werden, weil der eine von den Polen (der negative) kräftiger ist als der andere (der positive) und daher eine weit kräftigere Contraction des Muskels erzeugt, mit dem er in Berührung gebracht worden ist. Man muss sich also in diesem Falle zweier Apparate bedienen, dessen positive Pole man an den beiden zu erregenden Muskeln ansetzt und Sorge trägt, ihre Stärke vermittelst ihres Gradmessers möglichst gleich zu machen; dann schliesst man den Strom dadurch, dass man die anderen Pole an einer anderen Körperstelle anlegt".

„Die Ausführung gerade dieser Experimente erfordert specielle Kenntnisse von der Anatomie des Gesichtes. Man muss die Ansatzpunkte der Muskeln, die Lage und Richtung der Nervenäste, die von dem siebenten Paare ausgehen und jeden einzelnen Muskel des Gesichtes innerviren, im Geiste gegenwärtig haben. Besonders muss man die Eintrittsstellen jedes dieser Nervenästchen genau studiren, was bisher zu sehr vernachlässigt wurde". (Sie sind auf Fig. 100 genau abgebildet).

„Ich setze die Stromgeber im Allgemeinen bei meinen elektrophysiologischen Versuchen über die Muskeln des Gesichtes am Orte dieser Eintrittsstellen an, um die Contraction aller Fasern, aus denen der Muskel besteht, zu erhalten."

„Trotz Beobachtung aller dieser Regeln stösst man oft auf Schwierigkeiten in Folge verschiedener Ursachen, die es wichtig ist hier anzugeben."

„Wenn man einen Blick auf Fig. 100 wirft, die ein Präparat von den motorischen Nerven des Gesichtes darstellt, so scheint nichts leichter als die Einzelreizung der Gesichtsmuskeln; sobald aber die Haut die Organe bedeckt, ist eine solche Operation begreiflicher Weise nicht mehr eine so einfache Sache. Bei grosser Uebung gelingt es Einem freilich zuweilen schon beim ersten Versuch, gewöhnlich aber muss man etwas herumtasten, ehe man gerade den anatomischen Punkt trifft. Es bestehen nämlich individuelle

Verschiedenheiten, in Folge deren man einen Nervenzweig treffen kann, der dazu dient, eine mehr oder wenige grosse Zahl von Muskeln in Bewegung zu setzen, was man an ihrer gleichzeitigen Contraction erkennt. In diesem Falle genügt es, die Elektroden um 1—2 mm zu verschieben, um diese mehrfache Contraction zu vermeiden: Es ist dann selten, dass man nicht den Nervenast des Muskels, den man isolirt reizen will, auffindet".

„Zuweilen passirt es, dass der Strom zu stark ist und zu sehr in die Tiefe dringt. Nehmen wir an, man hätte den Zygomaticus major isolirt zur Contraction zu bringen (I, Fig. 99), und die Elektrode wäre an seinem Specialpunkte angelegt, d. h. an der Stelle seines Nervenastes (b, Fig. 100); wenn der Strom stark genug wäre, um bis zu dem Ramus palpebralis inferior durchzudringen, der unter diesem Muskel vorbeipassirt, so würde man dnrch Reizung der Verzweigungen dieses Astes, (der motorischen Nerven K, L, Q für den Palpebralis inferior, den Levator communis labii superioris alaeque nasi und endlich den Levator proprius labii superioris) die gleichzeitige Contraction des Zygomaticus major und der von den genannten Nervenästen innervirten Muskeln erhalten. Ich brauche wohl nicht erst zu sagen, dass man durch Herabsetzung der Stromstärke leicht dazu gelangt, die Reizung auf den Zygomaticus major zu beschränken."

Hauptsächliche allgemeine Thatsachen, die sich aus den elektrophysiologischen Versuchen am Gesichte ergeben.

„Um das Mass des Einflusses, den die Muskeln des Gesichtes auf den Ausdruck üben, kennen und beurtheilen zu lernen, veranlasste ich die Contraction der letzteren mit Hilfe des elektrischen Stromes zu einer Zeit, wo die Physiognomie in Ruhe war und die innere Ruhe ankündigte; der Blick des Individuums war dabei fest vor sich gerichtet."

„Zuerst versetzte ich einzelne Muskeln für sich in Thätigkeit, bald auf einer, bald auf beiden Seiten zugleich; indem ich dann vom Einfachen zum Zusammengesetzten überging, versuchte ich die einzelnen Muskelcontractionen zu combiniren und sie so sehr als möglich zu variiren, d. h. die Muskeln verschiedener Namen zu je zweien oder dreien zur Contraction zu bringen."

„In den folgenden Paragraphen will ich in summarischer Weise die hauptsächlichen allgemeinen Thatsachen darlegen, welche durch solche einzelne oder combinirte Contractionen der Gesichtsmuskeln zu Tage gefördert wurden.“

§ I. Einzelcontractionen der Gesichtsmuskeln.

„Das experimentelle Studium der Einzelcontractionen der Gesichtsmuskeln lehrt, dass sie entweder vollständig expressiv oder unvollständig expressiv oder ergänzend expressiv oder inexpressiv sind.“

A. Einzelcontractionen, die vollständig expressiv sind.

„Es giebt Muskeln, die das ausschliessliche Vorrecht besitzen, bei ihrer isolirten Wirkung einen Ausdruck, der ihnen eigen ist, vollständig wiederzugeben“,

„Beim ersten Anblick erscheint diese Behauptung paradox; denn obgleich man einer kleinen Zahl von Muskeln einen speciellen Einfluss auf die Physiognomie zugestanden hat, so hat man desshalb doch nicht weniger gelehrt, dass jeder Ausdruck die Mithilfe, die Synergie anderer Muskeln erfordert“.

„Ich gestehe, dass ich diese Meinung getheilt und sogar einen Augenblick geglaubt habe, sie würde durch die elektrophysiologische Versuchsweise bestätigt“.

„Schon vom ersten Anfang meiner Untersuchungen an hatte ich nämlich bemerkt, dass die Einzelbewegung eines von den Muskeln, die die Augenbrauen bewegen, immer einen vollständigen Ausdruck auf dem menschlichen Gesichte erzeugte. Es giebt z. B. einen Muskel, der das Leiden ausdrückt (der Supracilialis, O, Fig. 99). Sobald ich nun die elektrische Contraction desselben hervorrief, nahm nicht allein die Augenbraue die Form an, die den Ausdruck des Leidens charakterisirt, sondern die anderen Partieen oder Züge des Gesichtes, hauptsächlich der Mund und die Naso-labialfalte schienen gleichfalls eine tiefe Veränderung zu erfahren, um mit der Augenbraue zu harmoniren und wie sie jenen schmerzhaften Zustand der Seele abzubilden“.

„Bei diesem Versuche war nur die Augenbrauengegend der Sitz einer sehr deutlichen Contraction, und an den anderen Punkten des Gesichtes hatte ich nicht die leichteste Bewegung constatiren können.

Dennoch war ich gezwungen, einzuräumen, dass jene allgemeine Veränderung der Züge, die man dabei beobachtete, durch die synergische Contraction einer mehr oder weniger grossen Zahl von Muskeln bewirkt zu sein schien, obgleich ich keinen einzigen davon gereizt hatte. Dieser Ansicht waren auch die Personen, vor denen ich meine Versuche wiederholte."

„Auf welche Weise kam denn also diese anscheinend allgemeine Bewegung des Gesichtes zu Stande? War sie die Folge einer Reflexwirkung? Man mochte die Erscheinung erklären, wie man wollte, soviel schien für jeden daraus hervorzugehen, dass eine Localisation der muskulären Elektrisation im Gesichte nicht ausführbar wäre."

„Ich gab schon die Erwartungen auf, die ich auf diese elektrophysiologischen Versuche gesetzt hatte, als ein glücklicher Zufall mir enthüllte, dass ich der Spielball einer Illusion gewesen war."

„Eines Tages, als ich den Muskel des Leidens reizte, wurde zufällig in dem Augenblick, wo sich die Züge schmerzhaft contrahirt zu haben schienen, die Augenbraue und die Stirn plötzlich verdeckt. (Der Person an der ich die Versuche anstellte, war der Schleier über die Augen gefallen). Wie gross war nun meine Ueberraschung, als ich gewahrte, dass die untere Partie des Gesichtes nicht mehr den geringsten Anschein einer Contraction aufwies!"

„Diesen Versuch erneuerte ich mehrere Male, indem ich die Stirn und die Augenbrauen abwechselnd verdeckte und aufdeckte; ich wiederholte ihn an anderen Individuen und sogar am noch erregbaren Leichnam, und immer gab er die gleichen Resultate, d. h. ich bemerkte an der unterhalb der Augenbraue befindlichen Gesichtspartie dieselbe vollkommene Unbeweglichkeit der Züge; sobald aber die Augenbrauen und die Stirne aufgedeckt wurden, so dass sie die Gesammtheit der Physiognomie sehen liessen, so schienen die Ausdruckslinien der unteren Gesichtspartie sich schmerzhaft zu beleben."

„Das war ein Lichtstrahl, denn es war ganz augenscheinlich, dass die anscheinende allgemeine Verziehung des Gesichtes nur eine Illusion war, die durch den Einfluss der Linien der Augenbraue auf die andern Gesichtszüge zustande kam."

„Es ist sicher unmöglich, sich durch diese Illusion nicht täuschen zu lassen, wenn nicht die Anstellung des Versuches sie direct zerstört; sie ist, wie ich schon oben gesagt habe, eine Art von Spiegelung, die von den Partialbewegungen der Augenbraue hervorgerufen wird."

„Jeder Satz, der gegen die allgemeine Ansicht verstösst oder wie eine physiologische Ketzerei aussieht, sollte sofort bewiesen werden. Es wäre also von Wichtigkeit, jetzt die Thatsachen zur Kenntniss zu bringen, welche für die vorstehenden Behauptungen den vollständigen physikalischen Beweis abgeben; dann müsste ich aber die Reihenfolge umwerfen, die ich bei der Darlegung meiner Untersuchungen einzuhalten genöthigt bin. In diesen allgemeinen einleitenden Betrachtungen ist es nur angemessen, die Hauptthatsachen herauszuheben, welche von der Wichtigkeit und dem Zwecke meiner Experimentaluntersuchungen über die Bewegungen der Physiognomie eine Anschauung geben."

„Durch welches Gesetz kann eine umschriebene Bewegung an einem Punkte der oberen Partie des Gesichtes den anderen Zügen dieser Gegend dem Anschein nach eine solche Veränderung ertheilen? Es ist hier der Ort, das beschriebene Phaenomen mit den Wirkungen der Illusion zu vergleichen, die durch die Zusammenstellung gewisser Farben auf das Sehorgan ausgeübt werden. Ueber diesen Gegenstand hat Herr Chevreul,*) Director der Gobelinmanufaktur, Mitglied der Academie, ein Werk von sehr grossem Verdienst und besonders von grossem Nutzen für die Praxis der Malerei veröffentlicht. Dieser Gelehrte hat gezeigt, dass Farben und selbst nur Schattirungen, wenn sie neben einander gelegt werden, sich so und derartig modificiren, dass das Auge sie ganz anders sieht, als sie in Wirklichkeit sind. Man lege z. B. eine Lage Orangefarbe neben eine graue Farbe: Wenn das Grau bläulich ist, so wird es blassblau erscheinen; wenn es nach dem Gelblichen hinneigt, so wird es grünlich erscheinen."

„Diese eigenthümliche optische Täuschung, die durch den Contrast gleichzeitiger Farben entsteht, entzieht sich jeder Art wissenschaftlicher Erklärung. Ebenso verhält es sich mit der eigenthümlichen Spiegelung, die wir in Folge gewisser umschriebener Bewegungen des Gesichtes empfinden."

„Wie es sich damit auch verhalten möge, der Nutzen der von gewissen Gesichtszügen hervorgerufenen Illusion kann nicht verkannt werden. Die hauptsächlichen Vortheile derselben sind, glaube ich, die folgenden":

„1) Wenn es, um eine Leidenschaft oder ein Gefühl sichtbar zu machen, nöthig gewesen wäre, alle Muskeln gleichzeitig spielen zu lassen, um die Züge des Gesichtes in einer allgemeinen Art zu verändern, so wäre die Nerventhätigkeit bei weitem complicirter gewesen."

*) Loi du contraste simultané des couleurs. Paris 1839.

„2) Da die Züge, welche das Abbild einer Leidenschaft darstellen, auf einen Muskel oder eine kleine Zahl von Muskeln und zwar in einem beschränkten Theil des Gesichtes reducirt sind, so wurde ihre Bedeutung leichter su erfassen."

„3) Diese Züge, obgleich umschrieben, mussten dadurch, dass sie einen allgemeinen Einfluss übten, einen stärkeren Eindruck machen; da aber die auszudrückenden Leidenschaften ziemlich zahlreich sind, so war es nöthig, die Muskelcontractionen, die dazu dienen ihre Spuren zu zeichnen, nicht zu sehr zu vervielfachen."

„Erkennen wir hier, dass der geistvolle Kunstgriff, den die Natur angewandt hat, um zu ihrem Ziele zu gelangen, unsere Bewunderung verdient. Wenn es uns nämlich beim Anblick einer so beschränkten Bewegung, die uns das vollkommene Abbild einer Gemüthsbewegung erkennen lässt, scheint, als ob sich das Gesicht im Allgemeinen verändert habe, wenn wir solchen Illusionen unterliegen, so ist dies einzig die Folge unserer Organisation, die Folge einer Fähigkeit, die wir schon bei der Geburt besitzen."

B. Einzelcontractionen, die unvollständig expressiv sind.

„Unter den Muskeln, die unterhalb der Augenbraue liegen, giebt es solche, welche ebenso wie die der vorhergehenden Art einen ihnen eigenen Ausdruck bedingen und auf die Physiognomie im Ganzen zurückwirken; der Ausdruck ist aber dabei unvollständig."

„Diese Muskeln sind in hervorragender Weise expressiv; ihre Einzelthätigkeit verräth eine eigenthümliche Bewegung der Seele, jeder von ihnen ist mit einem Wort der einzige Repräsentant einer Gemüthsbewegung. Wenn man sie hinter einander spielen lässt, wird man die Linien, die dem Ausdruck der Freude dienen (durch den Zygomaticus major, (I. Fig. 99) von der einfachen Befriedigung bis zum tollen Lachen, und ebenso die, welche zum Ausdruck der Traurigkeit, des Kummers, des Weinens dienen, (durch den Triangularis menti M. Fig. 99), u. s. w. der Reihe nach erscheinen sehen."

„Das ist der erste Eindruck, den man immer beim Anblick dieser Einzelcontractionen empfängt, nichts destoweniger fühlt man bald, dass der Ausdruck nicht natürlich, dass er wie gemacht ist, kurz dass ihn irgend etwas fehlt."

„Welches ist nun der Zug, der dabei mangelt und den Ausdruck vervollständigen müsste? Das ist nicht immer leicht zu nden, wenn ich nach den Ansichten urtheilen soll, die ich von den ɿeinen Versuchen beiwohnenden Personen habe äussern hören."

„Zuweilen hat mir die Versuchsmethode über die Muskeln Aufschluss gegeben, die dabei synergisch in Contraction treten müssen um den Ausdruck zu vervollständigen. Auf diesen wichtigen Gegenstand werde ich bald noch zurückkommen."

C. Einzelcontractionen, die ergänzend expressiv sind.

„Einzeln für sich drücken gewisse Muskeln, die unterhalb der Augenbraue liegen, durch sich selbst absolut nichts aus, obgleich sie die Eigenschaft erlangen besondere Leidenschaften darzustellen, sobald sie sich mit anderen Muskeln combiniren, und trotzdem sie bestimmt sind, bei gewissen Ausdrucksbewegungen Hilfe zu leisten, entweder um sie zu ergänzen oder um ihnen einen anderen Charakter zu verleihen."

„Ich führe ein Beispiel der Art an. Es giebt einen Muskel, der alle Tegumente der unteren Gesichtspartie schief nach unten und aussen verzieht und die vordere Hälfte des Halses aufbläht, ohne das geringste physiognomische Zeichen abzugeben, das irgend einen Ausdruck verriethe. Der Muskel bewirkt nur eine Entstellung der Züge. Sobald man aber die Wirkung dieses Muskels mit dem oder jenem anderen vereinigt, so bringt man mit ergreifender Wahrheit nach Belieben das Bild der heftigsten Leidenschaften: der Furcht, des Schauders, des Schreckes, der körperlichen Qual u. s. w. auf dem Gesichte zum Vorschein."

D. Einzelcontractionen, die inexpressiv sind.

„Es giebt keinen einzigen Muskel des Gesichtes, der nicht durch eine Leidenschaft synergisch in Thätigkeit versetzt würde; aber einige unter ihnen (eine sehr geringe Zahl) bewirken keine sichtliche Ausdruckslinie, obgleich ihre Einzelcontraction eine sehr merkliche Bewegung bedingt. In physiognomischer Hinsicht müssen also diese Muskeln als inexpressive betrachtet werden."

§ II. Combinirte Contractionen der Muskeln des Gesichtes.

„Die Muskelcombinationen des Gesichtes erhält man, indem man gleichzeitig mehrere Muskeln von verschiedenen Namen auf einer oder auf beiden Seiten zugleich reizt. Diese combinirten Contractionen sind entweder expressiv oder inexpressiv oder störend expressiv."

A. Expressive combinirte Contractionen.

„Das experimentelle Studium der einzelnen Muskelcontractionen des Gesichtes hat mir den Ursprung einer grossen Zahl physiognomischer Ausdrucksbewegungen enthüllt, wie schon aus den Betrachtungen im vor. Paragraphen hervorgeht. Einige dieser ursprünglichen Ausdrucksbewegungen sind, wie man gesehen hat, durch die einzelnen Contractionen gewisser Muskeln vollkommen scharf gezeichnet, während andere ursprüngliche Ausdrucksbewegungen, die ebenfalls durch einen besonderen Muskel individuell repräsentirt werden, gleichwohl, um vollständig zu sein, die Mitwirkung eines oder mehrerer Muskeln nöthig haben."

„Ich brachte der Reihe nach jeden einzelnen Muskel des Gesichtes im Verein mit den unvollständig expressiven Muskeln zur Contraction. Durch diese Muskelcombinationen lernte ich die ergänzenden Muskeln der letzteren kennen und erfuhr, dass ein ergänzend expressiver Muskel von keinem anderen Muskel stellvertreten werden kann, und dass er immer der nothwendige Hilfsmuskel dieses oder jenes unvollständig expressiven Muskels ist. Endlich wurde ich dadurch belehrt, dass bei dem Mechanismus des Ausdruckes der Physiognomie die Natur wie immer mit Einfachheit vorgeht. Es ist nämlich selten, dass ich bei diesen expressiven Muskelcombinationen genöthigt war, mehr als zwei Muskeln gleichzeitig in Thätigkeit zu versetzen, wenn ich eine der Ausdrucksbewegungen, die der Mensch auf seinem Gesichte abzubilden vermag, in vollständiger Weise hervorbringen wollte."

„Die ursprünglichen Ausdrucksbewegungen des Gesichtes, (sie mögen nun durch Einzelcontractionen bewirkt sein, die vollständig expressiv sind, oder durch die Combination der unvollständig expressiven Muskeln mit den ergänzend expressiven Muskeln), sind primordial; denn sie können durch ihre Association ein harmonisches Ensemble erzeugen und anderen Ausdrucksbewegungen die Entstehung geben, deren Bedeutung umfassender ist, den complicirten Ausdrucksbewegungen."

„Ein Beispiel, um meinen Gedanken zu erklären. Die Aufmerksamkeit, die durch die Einzelcontraction des Frontalis erzeugt wird (s. A. Fig. 99), und die Freude, die durch die Synergie des Zygomaticus major (s. I. Fig. 99) und des Orbicularis inferior (s. E. Fig. 99, eines der Muskeln, die das untere Augenlid bewegen), ausgedrückt wird, sind primordiale Ausdrucksbewegungen. Wenn man sie zusammenwirken lässt, so wird die Physiognomie ankündigen, dass die Seele unter dem Eindrucke einer glücklichen Nachricht, eines uner-

warteten Glückes steht: Dies ist ein complicirter Ausdruck. Wenn man mit diesen primordialen Ausdrucksbewegungen noch die der Schlüpfrigkeit oder Lüsternheit verbindet, dadurch dass man synergisch mit den vorhergehenden Muskeln den Transversus nasi zur Contraction bringt (s. Q. Fig. 99), so werden die sinnlichen Züge, die dieser letzteren Leidenschaft eigen sind, den besonderen Charakter der auf eine Ursache, die die Lüsternheit erweckt, gerichteten Aufmerksamkeit zeigen und werden z. B. in vollkommener Weise die Situation der schamlosen Greise bei der keuschen Susanne zum Ausdruck bringen."

„Man sieht also an diesem Beispiel, dass die Combination der primordialen Ausdrucksbewegungen mehr oder weniger complicirte Ausdrucksbewegungen hervorbringt, und dass sie sich bei ihrem Fortschreiten durch das successive Auftreten der Linien, die jedem einzelnen primordialen Ausdruck zukommen, vervollständigen."

„Ich habe schliesslich wohl nicht nöthig, noch zu sagen, dass die Combinationen der primordialen Ausdrucksbewegungen vollkommenen Ausdrucksbewegungen nur unter der Bedingung den Ursprung geben, dass sie den Gesetzen der Natur conform gebildet werden."

B. Combinirte Contractionen, die inexpressiv sind.

„Es ist rationell, zu denken, dass die Muskeln, welche die directen Repräsentanten entgegengesetzter Leidenschaften sind, nicht zusammen sympathisiren können, und dass ihre combinirte Wirkung nur inexpressive Contractionen erzeugen müssten. Es ist mir auch wirklich im Allgemeinen nicht möglich gewesen, von der Vereinigung zweier Ausdrucksbewegungen, die entgegengesetzten Leidenschaften oder Affecten entsprechen, eine natürliche, harmonische Gesammtwirkung zu erhalten, besonders wenn dieselben sehr ausgesprochen waren. Die Physiognomie war dann nicht nur mehr oder weniger grimassenhaft, sondern sie liess auch das Urtheil des Zuschauers in grosser Unsicherheit über ihre wirkliche Bedeutung."

„So giebt die Association der Bewegungen, die dem Ausdruck der Freude und des Schmerzes angehören, eine fremde Physiognomie, die sich um so weiter von der Wahrheit entfernt, je energischer diese Ausdrucksbewegungen sind. Ebenso verhält es sich mit andern entgegengesetzten Ausdrucksbewegungen, deren künstlich herbeigeführte Vereinigung die Physiognomie bis zu dem Punkte fälscht, dass es schwierig, bisweilen sogar unmöglich ist, sie auf irgend eine Weise auszulegen."

„Bei diesen zarten Experimenten ereignet es sich oft, dass der Stromgeber auf einen Nerven stösst, der eine mehr oder weniger grosse Zahl von Muskeln innervirt. Die Massencontraction, die daraus hervorgeht, erzeugt immer nur eine Grimasse, die an keinen Ausdruck erinnert. Diese Massencontraction gleicht den convulsivischen Krämpfen, die man bei einer Nervenaffection, die unter dem Namen des „Tic indolent de la face" bekannt ist, beobachtet."

C. Combinirte Contractionen, die störend expressiv sind.

„Aus den vorhergehenden Daten muss man nicht etwa schliessen, dass zwischen den entgegengesetzten primordialen Ausdrucksbewegungen immer ein absoluter Antagonismus besteht."

„In der That habe ich gesehen, dass die Linien, die die Freude verrathen, sich mit denen des Schmerzes in wunderbarer Weise associiren können, vorausgesetzt, dass die Bewegung nur mit Mass geschah; ich erkannte dann das Bild des melancholischen Lächelns. Es war ein Aufleuchten der Befriedigung, der Freude, das jedoch die Spuren eines frischen Schmerzes oder die Zeichen eines gewohnheitsgemässen Kummers nicht verwischen konnte: So stelle ich mir eine Mutter vor, die ihrem Kinde zulächelt, während sie dabei den Verlust eines geliebten Wesens, eines Gatten beweint."

„Die lächelnde Bewegung zeigt nicht nur eine innere Befriedigung an, sie spricht auch das Wohlwollen aus, jene glückliche Stimmung der Seele, die an den Schmerzen eines Andern manchmal bis zur Rührung theilnehmen lässt. Vereinigt man z. B. das Lächeln (durch Contraction des Zygomaticus major I. Fig. 99) mit dem mässigen Weinen (durch Contraction des Zygomaticus minor F. Fig. 99) oder noch besser mit der leichten Contraction des Muskels des Leidens (durch Contraction des Supraciliaris O. Fig. 99), so erhält man einen bewunderungswürdigen Ausdruck des Mitleidens, der äusserst sympathisch ist."

„Diese im Grunde durch entgegengesetzte Ausdrucksbewegungen zusammengesetzten Contractionen, die ein sozusagen gezwungenes Gefühl abbilden, werde ich combinirte Contractionen, die störend expressiv sind, nennen."

Ueber die Muskelsynergie der Ausdrucksbewegungen des Gesichtes.

„Die Thatsachen, die in den beiden vorhergehenden Paragraphen dargelegt wurden, geben zu einer Bemerkung Anlass, die zweifellos Niemandem entgeht, dass nämlich die Muskelsynergie, welche die phy-

siologischen Bewegungen der Gliedmassen und des Rumpfes bewirkt, in keiner Weise mit der der Ausdrucksbewegungen des Gesichtes zu vergleichen ist. Dieser Satz erfordert einige Ausführungen.

„Es giebt keine physiologische Bewegung des Rumpfes und der Gliedmassen, die nicht das Resultat der synergischen Contraction einer mehr oder weniger grossen Zahl von Muskeln wäre . . . .“

„Diese synergischen Contractionen werden von den Gesetzen der Mechanik erfordert. Jeder begreift dies, es wäre unnütz, diesen Satz auszuführen, der, wenn es nöthig ist, durch die klinische Beobachtung bewiesen wird. An einer anderen Stelle habe ich diese wichtige Frage ausführlich studirt. Ich brauche nicht zu sagen, dass für die Ausdrucksbewegungen des Gesichtes dieselben Verhältnisse des Gleichgewichtes nicht bestehen.“

„Der Schöpfer hat also nicht nöthig gehabt, sich hier um die Bedürfnisse der Mechanik zu kümmern; er hat nach seiner Weisheit oder durch eine göttliche Einbildungskraft — man möge mir diese Art zu sprechen verzeihen — diesen oder jenen Muskel, einen einzigen oder mehrere Muskeln zugleich in Thätigkeit setzen können, sobald er wollte, dass die charakteristischen Zeichen selbst der flüchtigsten Leidenschaften vorübergehend auf dem Gesicht des Menschen verzeichnet würden, und nachdem diese Sprache der Physiognomie einmal geschaffen war, brauchte er nur jedem menschlichen Wesen die instinctive Fähigkeit zu verleihen, seine Gefühle immer durch Contraction derselben Muskeln auszudrücken, um sie allgemein und unabänderlich zu machen.“

„Es wäre ohne Zweifel möglich gewesen, die Zahl der Ausdruckszeichen der Physiognomie zu verdoppeln; zu diesem Zwecke wäre nur nöthig gewesen, dass jede Empfindung nur eine Gesichtshälfte in Bewegung setzte, wie man es mich bei meinen Experimenten thun sieht. Aber das Gefühl sagt uns, wie ungraciös eine solche Sprache gewesen wäre; wahrscheinlich in der Absicht, sie harmonisch zu machen, hat die Natur die homologen (gleichnamigen) Muskeln in den Dienst jeder Leidenschaft gestellt und uns der Fähigkeit beraubt, sie isolirt spielen zu lassen.“ **)

*) Da dieser Satz durch die Thatsachen bewiesen worden ist, die in dem vorhergehenden Theil, besonders in dem Anhang über die Theorie der Coordination der Bewegungen entwickelt worden sind, so verweisen wir den Leser darauf.

(Anmerkung der Herausgeber.)

**) L. c. S. 17–32.

Nutzen dieser Untersuchungen.

Herr Duchenne fährt fort: „Sicher wird Niemand die Neuheit der Thatsachen bestreiten, die aus meinen elektrophysiologischen Versuchen über den Ausdruck der Physiognomie hervorgehen. Ich will versuchen, so kurz wie möglich auch ihren möglichen Nutzen für die Anatomie und Physiologie darzuthun.

„A. Die meisten Muskeln des Gesichtes scheinen sich in einander fortzusetzen, besonders wenn man sie an ihrer Innenseite studirt. Herr Prof. Cruveilhier hat die Freundlichkeit gehabt, mir Zeichnungen zu zeigen, die er nach anatomischen Präparaten zu dem Zwecke angefertigt hatte, die Muskeln von ihrer Rückseite zu studiren, nachdem man die Weichtheile des Gesichtes in Masse von den Knochen losgelöst hat. Bei diesen Präparaten sieht man, dass sich alle Muskelfasern in einander fortzusetzen scheinen, bis zu dem Grade, dass man nicht im Stande ist, die genauen Grenzen der grössten Zahl der Gesichtsmuskeln zu bezeichnen.

Wenn dieser Faserzusammenhang wirklich vorhanden wäre, so wäre ihre Selbstständigkeit sehr in Zweifel gestellt, wenn nicht gar zu nichte gemacht. Wie wäre es nämlich zu begreifen, dass sich ein Muskel nur in einem Theile seiner Länge oder seiner Continuität contrahiren kann? Und wohin sollte man in diesem Falle den festen Punkt verlegen? Mit einem Worte, mit dieser Lehre des Faserzusammenhanges*) die alle Muskeln des Gesichtes so zu sagen in eine einzige Maske verwandelt, kann man sich das Zustandekommen jener Menge selbstständiger kleiner Bewegungen nicht erklären, welche die so zahlreichen Eindrücke der Seele in immer gleichen Charakteren auf das Gesicht schreiben.

Die Leichenanatomie, deren Hauptmission die ist, uns in unseren Forschungen über die Geheimnisse des Lebens zu führen und uns zu helfen, die Functionen der Organe kennen zu lernen, schien hier im Gegentheil uns irre führen zu wollen. Der elektromuskulären Untersuchung, einer wahren lebenden Anatomie, war der Beweis vorbehalten, dass dieser Faserzusammenhang nur eine Täuschung ist.

Durch dieses Hilfsmittel entdeckte ich so die Grenzen in den Muskeln, von denen man glaubte, dass sie sich in einander fortsetzten, und dies ist seitdem für einen Muskel (den Pyramidalis nasi P. Fig. 99) mit Hilfe des Scalpels bestätigt worden.“ **)“

*) Die Lehre des Faserzusammenhanges hat ihr Haupt in einem berühmten italienischen Anatomen Bellingeri.

**) Wir geben hier eine Anmerkung wieder, welche Herr Prof. e. o. Gubler über diesen Gegenstand geschrieben hat und Herr Duchenne (aus

B. „Die Elektrophysiologie erweist am Gesichte das Bestehen von Muskeln, die weder classificirt, noch benannt sind. Ich will mehrere Beispiele der Art citiren:

Eine Elektrode, die auf den Nasenflügel aufgesetzt wird, erweitert das Nasenloch, wie es die Natur bei grossen Gemüthsbewegungen thut. Die Leichenanatomie hat einen Muskel, der diese Bewegung erklären könnte, erst noch zu finden: Sie geht sogar soweit, dass sie das Bestehen von Muskelfasern im Nasenflügel verneint*) (siehe den Dilatator alae nasi R. Fig. 99). Ich hoffe beweisen zu können, dass dieser Muskel mit einem andern zusammengeworfen ist, der unter dem Namen M. myrthiformis bekannt, und selbst aus mehreren Muskeln zusammengesetzt ist, deren Functionen entgegengesetzt sind.

Die Leichenanatomie hat Muskeln unter einer Benennung verschmolzen, die unter Einwirkung des elektrischen Reizes sowohl als bei den willkürlichen und instinctmässigen Bewegungen eine selbstständige Bewegung besitzen, ferner auch Muskeln, die zu wesentlich verschiedenen Functionen bestimmt sind.“

Als Beispiel wollen wir die anatomischen und experimentellen Untersuchungen anführen, die Herr Duchenne über die Muskeln

---

Boulogne) in seinem „Traité de l'électrisation localisée“ I. éd. p. 386 mitgetheilt hat.

(Anmerkung der Herausgeber.)

„Wenn man ein Muskelbündel des Latissimus Colli nimmt“ (Y. Fig. 99), sagt Herr Gubler, „so kann man es leicht z. B. in den Triangularis menti (M. Fig. 99) verfolgen; mit einiger Aufmerksamkeit kann man sich aber leicht überzeugen, dass an der Stelle, wo dieses Bündel mit dem M. triangularis verschmilzt, eine grauliche quer verlaufende Linie besteht, in deren Bereich augenscheinlich die Primitivmuskelfasern durch ein kleines Band von fibrösem Zellgewebe unterbrochen werden. In Wirklichkeit giebt es also zwei Muskelbäuche, die an ihren Enden zusammengefügt und durch Fasergewebe mit einander verlöthet sind, ungefähr wie man es bei den Mm. recti abdominis sieht; folglich bildet jedes der Muskelbündel, die dem Latissimus colli und Triangularis menti gemeinsam sind, einen kleinen zweibäuchigen Muskel, oder sogar einen mehrbäuchigen, wenn man seine Fortsetzung bis in den Orbicularis oris oder Levator labii superioris nachweist.“

Herr Gubler betrachtet diese Anschauung als auf die andern Muskeln derselben Gegend übertragbar. Es schien ihm, als ob die kleinen fibrösen Zwischenscheiden, um die es sich handelt, einige Fäden von sich ausgehen liessen, die sie an den Unterkiefer oder an die Haut befestigen und nothwendiger Weise die Ausdehnung der Contraction der Muskelfasern verringern, denen sie als Verbindungs- ebenso wie als Trennungsmittel dienen.

*) Siehe Sappey Traité d'anatomie descriptive 1866 p. 627.

der Augenbraue und den Orbicularis palpebrarum angestellt hat.*)

Anatomische und experimentelle Untersuchungen über die Muskeln der Augenbraue.

„Die Augenbraue wird durch vier besondere Muskeln nach verschiedenen Richtungen gezogen. Zwei davon erheben sie in toto oder ziehen sie in toto herab; die beiden anderen heben oder senken nur ihr inneres Ende (den Kopf der Augenbraue). Die ersteren enthüllen einen Geisteszustand, die letzteren schildern zwei verschiedene Gemüthsbewegungen. Diese Muskeln sind nach der Reihenfolge, in der ich sie einzeln abhandeln werde

1) der Frontalis (A, Fig. 99).
2) Ein Bündel des Orbicularis palpebrarum, das nicht benannt ist und aus der oberen Hälfte der Orbicularportion besteht. Ich nenne es Orbicularis extrapalpebralis superior,
3) der Pyramidalis nasi,
4) der Supraciliaris.

Wenn man sich nach den Angaben der Anatomen richten wollte, so wären die Muskeln, die die Augenbraue bewegen, nur Muskelportionen, und mehrere von ihnen wären zu den gleichen Ausdrucksverrichtungen bestimmt. So müsste nach ihrer Angabe der Pyramidalis als Stammpfeiler des M. frontalis betrachtet werden, in den sich seine Fasern fortsetzen sollen, und keine der Erwähnung werthen selbstständigen Bewegungen besitzen; der Supraciliaris und die obere Hälfte der Orbicularportion sollten eine gemeinsame Wirkung auf die Augenbraue ausüben; die Fasern des ersteren sich in die des zweiten fortsetzen. Aus der elektrischen Versuchsweise hat sich jedoch ergeben, dass jeder dieser Augenbrauenmuskeln der Physiognomie einen charakteristischen Ausdruck verleiht, die, wie sich herausstellt, gerade die genaue Wiedergabe eines natürlichen speciellen Ausdruckes ist. Wenn ich in dieser

---

*) Nach dem Auszuge aus einer Arbeit, die Herr Duchenne gelegentlich der Preisbewerbung über die Anwendung der Elektricität in der Medicin und den industriellen Künsten an die Akademie der Wissenschaften gerichtet hat.
(Anmerkung der Herausgeber.)

Weise fortfahre, so wird es mir leicht sein, zu beweisen, dass man mit den physiologischen Vorstellungen, die augenblicklich über die Bewegungen der Augenbraue in der Wissenschaft herrschen, den Mechanismus nicht verstehen könnte, durch welchen jener besondere Zustand der Seele sich auf dem Gesichte abmalen kann.

Durch die Thatsachen, die ich mittheilen will, wird bewiesen werden, dass die Muskeln der Augenbraue mit besonderen, ihnen eigenthümlichen Bewegungen begabt sind, uud dass die Natur eine innige Beziehung zwischen jedem von ihnen und gewissen psychischen Bewegungen hergestellt hat, und da diese Muskeln zu diesem Zwecke von besonderen Nerven versorgt werden, so ist es wohl gestattet, sie in physiologischer Beziehung als eben so viele selbstständige Muskeln zu betrachten.

I. Frontalis (Muskel der Aufmerksamkeit und, durch seine Combinationen, der Ueberraschung, der Bewunderung, des Schreckes).

Der M. frontalis (A, Fig. 99) liegt an der Stirn. Unter der Haut liegend, an die er durch ein sehr dichtes Zellgewebe geheftet ist, (was seine Darstellung schwierig und seinen Anblick zerrissen macht,) bedeckt er das Periost des Schädels. Von diesem ist er getrennt durch ein reichliches poröses Zellgewebe, welches den Ligamenten eine grosse Beweglichkeit gestattet. Er ist dünn, breit, viereckig und oben doppelt gefiedert. Seine Fasern inseriren sich am vorderen Rande der Galea aponeurotica, indem sie auf jeder Seite der Stirn zwei Bogen mit unterer Concavität beschreiben, die sich in der Mittellinie vereinigen und einen mehr oder weniger ausgesprochenen Vorsprung, besonders bei Kahlköpfigen, erzeugen.

Er ist von allen Anatomen als ein unpaarer Muskel betrachtet worden. Dies ist jedoch nur Schein. Denn das siebente Paar schickt ihm eben so wie den anderen Muskeln des Gesichtes auf jeder Seite einen Nervenzweig zu H, Fig. 100, der jede seiner Hälften unabhängig in Bewegung versetzt. Dieselben können ausserdem einzeln gelähmt werden (z. B. bei der rheumatischen Hemiplegia facialis). Auch die locale Faradisation erweist die vollkommene Unabhängigkeit der Hälften, wenn man die Frontalzweige, H, des siebenten Paares reizt. Endlich konnte ich durch elektrische Untersuchungsweise bei einer kleinen Zahl von Individuen das Fehlen von Muskelfasern in der Mittellinie der Stirn in ihrer ganzen Höhe bis zum Niveau der Augenbraue constatiren.

Von ihrer oberen Ansatzstelle steigen die Muskelfasern parallel gegen die Augenbrauen und gegen das Spatium interciliare herab.

Die von den Anatomen über diesen besonderen Punkt gegebenen Daten scheinen mir geeignet, in die Muskelphysiologie der Augenbraue Verwirrung zu bringen. Die Fasern des Frontalis. sagen sie, setzen sich zu einem Theile in die des Pyramidalis, zu einem anderen Theile in die des Supraciliaris und Orbicularis palpebrarum fort. Man wäre daraus zu schliessen berechtigt, dass eine physiologische Selbstständigkeit dieser Muskeln nicht vorhanden sein kann.

Ich habe dagegen auf dem Wege des Experimentes, bei specieller Behandlung der Augenbrauenmuskeln in einer elektrophysiologischen Studie*) die geringe Begründung dieser Behauptungen erwiesen und gezeigt, dass einige von ihnen sogar anatomische Irrthümer sind.“

„II. Orbicularis palpebrarum. Der sog. M. orbicularis palpebrarum ist ein Conglomerat von Muskeln, die von einander unabhängig sind.

Der M. orbicularis palpebrarum (B, C, D, Fig. 99) bedeckt die Basis der Orbita und die Augenlider. Er bildet eine mehr oder weniger breite elliptische Zone. Die Breite derselben ist beim Erwachsenen annähernd folgende: Wenn die Lider einander genähert sind, so zählt man von der Mitte des freien Lidrandes bis zu den excentrischsten Fasern des Muskels: in der oberen Hälfte 2 cm. in der unteren Hälfte 3 cm, von aussen nach innen und von innen nach aussen 2, 75 cm.

Der Orbicularis besitzt eine Sehne (Ligamentum palpebrale) von 4—6 mm Länge auf 0,5 mm Breite. Ohne hier in die vollständige Beschreibung dieser Sehne einzutreten, erinnere ich daran. 1) dass sie sich immer mit 2 Wurzeln ansetzt, mit der einen vorderen (der geraden Sehne des Orbicularis) am aufsteigenden Fortsatze des Os maxillare vor dem Thränensack, den sie in 2 ungleiche Theile theilt, mit der anderen hinteren oder umgebogenen an der hinteren Lippe der Thränenrinne: 2) dass sie sich gegen ihr Lidende gabelig theilt, und dass jeder Ast der Zweitheilung sich an dem entsprechenden Lidknorpel anheftet.

Die Fasern, die die Lider bedecken, nehmen ihren Ursprung von der unteren und oberen Fläche dieser Sehne. Diese Fasern bilden das, was man Ciliarportion des Palpebralis nennt. Die, welche die Basis der Orbita bedecken, entspringen von dem inneren Orbi-

*) L. c. S. 13—62.

talfortsatz des Stirnbeines und von dem inneren unteren Theil der Basis der Orbita. Diese extrapalpebrale Muskelzone ist unter dem Namen der Orbicularportion bekannt.

Von ihrer inneren Ansatzstelle richten sich alle diese Fasern von innen nach aussen und theilen sich in 2 Hälften, eine obere Hälfte, die concentrische Bogen mit unterer Concavität beschreibt, und eine untere Hälfte, die ebenfalls Bogen mit oberer Concavität beschreibt.

Die Fasern der Orbicularportion sind von ausgesprochener Röthe und bilden ein ziemlich dickes Bündel. Sie sind mit der Haut innig verbunden vermittelst eines ziemlich sehnigen fettigen Gewebes, das in seiner oberen Hälfte sehr dicht, in seiner unteren Hälfte nur schlaff ist. Dis Fasern der Palpebralportion sind sehr bleich und dünn, an die Haut der Lider sind sie durch ein seröses, sehr zur Infiltration neigendes Zellgewebe geheftet.

Bis hierher ist die vorstehende Beschreibung, die fast nur die Wiedergabe aller derjenigen Beschreibungen ist, die man in den meisten Lehrbüchern der Anatomie findet, vollkommen richtig.

Bei dieser Beschreibung habe ich jedoch mit Absicht einen kleinen Muskel ausgelassen, den man mit Unrecht mit dem M. orbicularis palpebrarum verschmolzen hat; ich meine den Horner-schen Muskel, dessen Verrichtung, wie mir scheint, verkannt worden ist, den man nach seiner Function M. punctorum lacrimalium nennen sollte. Aus meinen Untersuchungen geht hervor, dass derselbe die Puncta lacrimalia, die er um 0,5 mm vorspringen lässt, stark nach hinten und innen in den grossen Winkel des Auges bringt. Ihm verdankt die abgerundete Form des grossen Winkels des Auges ihre Entstehung*).

Ich habe jetzt einige Fragen zu erheben, deren Lösung für das functionelle Studium alles dieser Muskelfasern, aus denen man einen Muskel unter dem Namen Orbicularis palpebrarum gemacht hat, von höchstem Interesse ist.

Beschreiben die extrapalpebralen Fasern eine vollständige Ellipse? Besteht am äusseren Theil des Auges eine fibröse Zwischenscheide, die den Orbicularis in 2 selbstständige Hälften theilt?

In ihrer Meinung über diesen Punkt gehen die Anatomen auseinander, aber der elektrophysiologische Versuch lässt in dieser

---

*) Auch durch die klinische Beobachtung (s. Electrisation localisée II éd. 1861) habe ich diese besondere Function des Horner'schen Muskels bewiesen, während Herr Arlt in Wien das getrennte Bestehen eines solchen Muskels bestritten hat (s. Sitzungsbericht des periodischen internationalen Congresses der Augenärzte, Paris 1862 p. 67).

Hinsicht keinen Zweifel, er beweist: 1) dass nach aussen in einer Ebene, die dem äusseren Winkel des Auges entspricht, ein neutraler Punkt besteht, d. h. ein Punkt, wo die Elektrode keine Muskelcontraction bewirkt; 2) dass man oberhalb dieses Punktes nur die Contraction der oberen Hälfte des Orbicularis extrapalpebralis hervorruft, und dass unterhalb desselben die Elektrode nur die untere Hälfte des Orbicularis extrapalpebralis in Thätigkeit versetzt*).

Bewegen sich die Orbicularportionen und die Palpebralportionen unabhängig von einander? Bilden sie wirklich 2 getrennte Portionen? Gegen Ende des 16. Jahrhunderts wurde diese Frage von einem berühmten französischen Anatomen, Riolan, bejahend beantwortet. Derselbe unterschied am M. orbicularis den eigentlichen M. orbicularis und die Ciliar- oder Palpebralmuskeln, ohne ihren Nutzen zu ahnen. Diese Unterscheidung wurde nicht allgemein angenommen, und man fuhr fort, den Orbicularis als einen einzigen Muskel, den Sphincter palpebrarum, zu betrachten.

Riolan jedoch kam der Wahrheit nahe, aber es war nur ein geistvoller Gedanke, der noch erst bewiesen werden musste, wie man sehen wird. Ich füge hinzu, dass dieser Anatom nicht gesagt hat, die beiden Hälften der Orbicularportion seien unabhängig von einander, was mir zu beweisen leicht sein wird.

Das siebente Paar schickt ihnen besondere Nervenzweige und zwar I) obere Palpebralzweige für die Muskelfasern, die die obere Hälfte der Orbicularportion bilden (I ', Fig. 100); 2) untere Palpebralzweige für die Fasern des oberen Lides (J'); 3) endlich untere Palpebralzweige für die Fasern des unteren Lides und der unteren Hälfte der Orbicularportion (J und K).

Die verschiedene Wirkung jedes dieser Nervenzweige auf die verschiedenen Portionen des Orbicularis palpebrarum lässt sich durch

---

*) Herr Prof. Cruveilhier, den ich zum Zeugen dieser Versuche gemacht habe, erklärt jedoch, dass er die fibröse Zwischenscheide, die von einigen Anatomen am äusseren Theil des Auges angenommen wird, niemals gesehen hat. Durch die oben berichtete elektrische Untersuchung von ihrem Bestehen überzeugt, habe ich sie am rechten Orbicularis der Fig. 99 abgebildet. (Publicirt im Januar 1862 in meinem Buche Mécanisme de la physionomie humaine, Fig. 2 p. 2). Neun Monate später kam Herr Arlt aus Wien und zeigte in der Sitzung vom 1. October 1862 in seinem Namen und dem des berühmten Professors der Anatomie Hyrtl in Wien die Bestätigung desselben anatomischen Factums an Zeichnungen, trockenen und in Alkohol conservirten Präparaten, die sich auf den M. orbicularis palpebrarum beziehen. Von meinen früheren Untersuchungen hatten jene Herren keine Kenntniss l. c. pag. 65).

den directen Versuch erweisen. Wenn man nämlich die elektrische Reizung auf jeden einzelnen von diesen Zweigen localisirt, so constatirt man, dass sie nur diejenigen Muskelportionen zur Wirkung bringen, in denen sie sich vertheilen. — Die Beobachtung der natürlichen Erscheinungen endlich vervollständigt diesen Nachweis, denn ich habe gezeigt, dass beim Spiel der Ausdrucksbewegungen jede einzelne Portion des Muskels sich selbstständig bewegt und verschiedene Gefühlszustände der Seele darstellt. *)

Wenn ich das Gesagte zusammenfasse, so scheint mir durch die Gesammtheit dieser Thatsachen bewiesen, 1) dass der M. orbicularis palpebrarum in anatomischer und physiologischer Beziehung aus 5 von einander unabhängigen Muskeln zusammengesetzt ist; 2) dass diese Muskeln sich synergisch wie ein Schliessmuskel contrahiren können, dass aber die meisten von ihnen gewöhnlich oder vielleicht am häufigsten isolirt wirken, besonders nach dem Bedarf der Ausdruckssprache; 3) dass der erste (die obere Hälfte des Orbicularis extrapalpebralis, B, Fig. 99) die Augenbraue herab und nach innen zieht; 4) dass der zweite (Palpebralis superior, C) das obere Lid senkt; 5) dass der dritte (Palpebralis inferior, D) das untere Lid von unten und aussen nach oben und innen erhebt; 6) dass der vierte (Orbicularis extrapalpebralis inferior, E) eine Depression unter dem unteren Lide bewirkt; 7) dass der fünfte (der Horner'sche Muskel) die specielle Bewegung der Thränenpunkte besorgt, deren Oeffnungen er um 1—2 mm hervortreten lässt, wobei er sie in den grossen Winkel des Auges eintaucht."

Eine Studie des Herrn Duchenne (aus Boulogne) über den Mechanismus des Zwinkerns findet hier eine passende Stelle. **)

„Ein gelehrter und geschickter Anatom, Herr Sappey, erklärt den Mechanismus des Zwinkerns in geistvoller Weise.

Zu allen Zeiten haben die Physiologen die Erscheinung des Zwinkerns zugeschrieben: 1) der Empfindung des Bedürfnisses zu zwinkern, 2) der Contraction des Sphincter palpebrarum, auf welchen das Gehirn vermittelst des Nervus facialis wirkt, nachdem es durch das fünfte Paar benachrichtigt worden ist; 3) auf die darauf folgende Contraction des Levator palpebrae superioris; der unter der Einwirkung des dritten Paares steht. Bei dieser Theorie sagt Herr Sappey, ist augenscheinlich der unterscheidende Charakter der Muskelthätigkeit verkannt worden. Jede Muskelcontraction ist

*) siehe l. c. muscle de la réflexion p. 19, muscle de la bienveillance.

**) siehe Electrisation localisée I. éd. p. 378.

wesentlich intermittirend. Welcher Muskel bleibt contrahirt und gespannt vom Moment des Erwachens bis zum Augenblicke, wo wir wieder in Schlaf verfallen? Welcher Muskel bleibt nur eine Stunde lang contrahirt und gespannt? Das Herz ruht sich in einer Minute 78 Mal aus; in derselben Zeit ruht sich das Zwerchfell 18 oder 20 Mal aus, und der Levator palpebrae superioris sollte 15 oder 18 Stunden hintereinander fortwährend in Contraction verharren, sobald er nicht vom Gehirn den Befehl zu seiner Erschlaffung erhielte! Nein, dieser Muskel ist in seiner Thätigkeit dem allgemeinen Gesetz unterworfen; seine Contractionen sind intermittirend, wie die aller Muskelwirkungen; er erschlafft ungefähr 1 oder 2 Mal in der Minute, und zur Zeit jeder dieser Erschlaffungen schliesst der Sphincter in Folge seiner überwiegenden tonischen Kraft die Lidöffnung, welche die sofort wiederkehrenden Contractionen seines Antagonisten von neuem erweitern, ohne dass die Dauer dieser Schwingung für uns merklich gewesen wäre.*)

So wird also nach Sappey der Verschluss der Lidöffnung bewerkstelligt, nicht weil der Sphincter sich contrahirt, sondern weil der Erweiterer der Lidöffnung aufhört sich zu contrahiren und die tonische Kraft des erstgenannten Muskels über die seines Antagonisten, des Levator palpebrae superioris, den Sieg davonträgt Diese Theorie des Herrn Sappey ist anscheinend so rationell, dass es schwer ist, sich von ihr nicht verführen zu lassen. Ich habe eine Zeit lang daran geglaubt und hoffte, sie mit der klinischen Beobachtung in vollkommenem Einklang zu sehen, wie es jede gut erwiesene physiologische Erscheinung sein muss.

Es verhält sich aber nicht so; ich will es beweisen. Wenn es wahr ist, wie Herr Sappey versichert, dass beim Zwinkern der Schluss der Lidöffnung zu Stande kommt, weil der Levator palpebrae superioris aufhört sich zu contrahiren, und nicht, weil der Orbicularis palpebrarum sich contrahirt, so wird das Zwinkern immer dann nicht mehr stattfinden müssen, wenn der Levator palpebrae superioris gelähmt ist. Das ist aber nicht, was die Beobachtung in diesem Falle ergiebt, denn so bald man das Lid, dessen Levator gelähmt ist, aufhebt, so dass man die Conjunctiva dabei reizt, so sieht man, wie das Lid in Intervallen von einer sehr ausgesprochenen zwinkernden Beweguug hin- und hergetrieben wird und die Bewegung noch anhält, nachdem man das Lid wieder fallen gelassen hat. Es giebt Kranke, die das Auge, dessen Levator gelähmt ist, noch

*) C. Sappey, Traité d'anatomie descriptive. 1850 t. I. p. 226.

durch eine starke Contraction des Frontalis halb öffnen können; sie können dies wieder nicht thun, ohne dass man das Zwinkern wie auf der gesunden Seite erscheinen sieht. In diesen Fällen ist es augenscheinlich, dass der Verschluss der Lidöffnung nur durch Contraction des Orbicularis palpebrarum bewerkstelligt werden kann. Auf dieselbe Weise vollzieht sich das Zwinkern im Normalzustande. Dann ist es der Eindruck der Luft oder des Lichtes auf die Conjunctiva, die das Gehirn dazu anregt, auf den Orbicularis zu wirken, der sich dann contrahirt um die Netzhaut zu schützen. Die klinische Beobachtung giebt augenscheinlich der alten Theorie Recht gegen die des Herrn Sappey. Unter den klinischen Thatsachen, die ich hier zur Stütze meiner Auffassung mittheilen könnte, will ich nur eine anführen, die ich öffentlich, u. A. von Herrn Lebert und von Herrn Gaillet, Professor der Physiologie an der medicinischen Schule in Reims, habe beobachten lassen. Es handelte sich um einen Kranken, der auf No. 2 des Saales Saint-Felix lag (Abtheilung des Herrn Andral), der eine Lähmung des dritten und sechsten Paares auf der rechten und des siebenten Paares auf der linken Seite hatte. Er konnte das rechte Auge halb öffnen, dabei faltete sich auf dieser Seite stark die Stirn und die Augenbrauen, und das obere Lid wurden gleichzeitig nach oben verzogen; es gelang ihm auf diese Weise die Lider um 3—4 mm von einander zu entfernen, und wenn er den Kopf nach hinten zurückbog, auch zu sehen. Auf der linken Seite, wo die Lähmung des siebenten Paares bestand, beobachtete man dabei keine Bewegung des Lides, weder an der Stirn noch an der Augenbraue. Sobald die Luft oder das Licht in Folge der Erhebung des oberen Lides in das rechte Auge hatte eindringen können, so vollzog sich das Zwinkern so häufig und vollständig wie im Normalzustande. Hob man ihm links das obere Lid auf, das er selbst nicht heben konnte, so trat das Zwinkern nicht ein, obgleich er damit ebenso gut sah, wie mit dem rechten Auge. Bei diesem Kranken war das Zwinkern also möglich trotz der Lähmung des Levator palpebrae superioris. Links dagegen, wo die Lähmung des siebenten Paares bestand, contrahirte sich der Orbicularis nicht.

Während des Schlafes nähern sich die Augenlider einander. Diese Erscheinung schiebt Herr Sappey allein auf das Uebergewicht der tonischen Kraft des Orbicularis über die des Levator palpebrae. Wenn es sich so verhielte, so hätte bei unserem Kranken das linke obere Lid, einmal erhoben, in dieser Lage verharren müssen, da es durch keine andere Kraft mehr bewegt wurde, indem sein

Herabzieher eben so gelähmt war wie sein Heber; das Lid schloss sich nun aber eben so gut, wenn man es erhoben hatte, wie das der anderen Seite. Es ist also unabhängig von der tonischen Muskelwirkung eine Kraft vorhanden, die das obere Lid von Natur herabzuziehen strebt; diese Kraft scheint mir in der organischen Einrichtung des Lides selbst zu bestehen.

Die Vollziehung des Zwinkerns endlich durch Contraction des Orbicularis schloss nicht die gleichzeitige Erschlaffung des Levator palpebrae superioris aus. Die klinische Beobachtung scheint sogar zu beweisen, dass eine solche Erschlaffung während des Zwinkerns gleichzeitig mit der Contraction des Orbicularis statt hat; denn wenn der letztere gelähmt ist, (bei der Lähmung des siebenten Paares), so findet das Zwinkern noch statt, wenn auch sehr schwach. Dann erschlafft der Levator intermittirend und die der organischen Einrichtung des Lides inne wohnende Kraft, die es zu senken strebt, trägt über die tonische Kraft des Levator den Sieg davon; da aber das Uebergewicht dieser Kraft nur sehr schwach ist, so ist die Bewegung des Zwinkerns nothwendiger Weise beschränkt."

III. Pyramidalis nasi (Muskel des Angriffs). — „Der Pyramidalis nasi (frontalis pars per dorsum nasi ducta, Eustachius) hat für die Anatomen immer nur dem Namen nach existirt. Sie lehren nämlich, dass sich seine Fasern in die des Frontalis fortsetzen; sie kennen von ihm keine besonderen Functionen; in Folge dessen kann der Muskel in ihren Augen nur eine Abzweigung des Frontalis sein, was übrigens auch gelehrt wird. Wenn alle diese Angaben genau sind, so sehe ich den Grund nicht, der sie bewogen hat, dieser Muskelportion einen Namen zu geben.

Ich will jedoch zeigen, dass der Pyramidalis wirklich ein selbstständiger Muskel ist; die Elektroden, die die Fasern dieses kleinen Muskels in Thätigkeit versetzen werden, werden seine Grenzen vielleicht genauer als die minutiösesten mikroskopischen Forschungen kennen lehren.

Man setze eine Elektrode auf die Nasenwurzel, d. h. den Punkt wo der Pyramidalis am stärksten entwickelt ist, dann sieht man, dass sich die über ihm liegende Haut nach unten verzieht und dass das Spatium interciliare sich in querer Richtung faltet. So lange die Elektrode den Bereich der Augenbrauen nicht überschreitet, so findet die Bewegung der Haut immer von oben nach unten statt, aber oberhalb dieses Punktes bewegt sich die Haut von unten

nach oben und faltet sich auf der Mitte der Stirn in querer Richtung, während sie sich im Spatium interciliare anspannt.

Zwischen den Punkten, deren elektrische Reizung diese entgegengesetzte Bewegung hervorruft, besteht ein Zwischenraum von veränderlicher Ausdehnung, in welchem die Elektrode keine Bewegung bewirkt. Bei den Individuen, deren M. frontalis sehr entwickelt ist, beträgt dieser Zwischenraum weniger als 0,5 mm. Ich habe ihn von 0,5 mm bis zu 3 cm variiren sehen.

Es ist nicht anzunehmen, dass Muskelfasern an einem Punkte ihrer Continuität nicht contractil sein, und dass diese Fasern bei ihrer abwechselnden Reizung oberhalb und unterhalb dieses, wie ich oben gezeigt habe, bisweilen sehr beschränkten Punktes, der Haut der Stirn entgegengesetzte Bewegungen ertheilen sollten. In dem letzteren Raume also, den ich neutral nenne, findet sich der Ort der Zwischenscheide, die den Pyramidalis vom Frontalis trennt.

Besteht an diesem neutralen Punkte ein aponeurotisches Zwischenstück, das die Grenzlinie zwischen den Mm. pyramidalis und frontalis kennzeichnet? Oder endigt etwa der Pyramidalis in der Haut? Da dieser neutrale Punkt einen gewissen Umfang hat, so muss jene aponeurotische Zwischenscheide für das blosse Auge sichtbar sein. Wenn man nämlich im Normalzustande in einer Ausdehnung von 1—2 cm bei elektromuskulärer Untersuchung keine Contraction erhält, so liegt dies daran, dass dieser Punkt keine contractilen Fasern, oder mit anderen Worten, Muskelfasern hat.

Herr Ludovic Hirschfeld hat, nachdem er Zeuge meiner Versuche gewesen war, einige anatomische Untersuchungen über diesen Gegenstand gemacht. Er hat mich zu der Angabe autorisirt, dass er bei sorgfältiger Präparation des Pyramidalis oft zwischen ihm und dem Frontalis eine schon für das blosse Auge sichtbare aponeurotische Zwischenscheidelinie gefunden habe. Diese Trennungslinie ist auf Fig. 99 zwischen dem Pyramidalis und Frontalis der rechten Seite vollkommen ausgesprochen. Was mich betrifft, so habe ich über diesen besonderen Punkt keine anatomischen Untersuchungen gemacht; ich habe aber Präparate gesehen, bei denen es mir unmöglich war, diese Zwischenscheide zu erkennen, bei denen im Gegentheil die Fasern des Pyramidalis sich ohne Unterbrechung in die des Frontalis fortzusetzen schienen. Ich bin daher auch nicht überrascht, dass Herr Prof. Cruveilhier in der zweiten Ausgabe seines Lehrbuches der descriptiven Anatomie das Vorhandensein einer Zwischenscheide zwischen dem Pyramidalis und Frontalis bestritten hat. Mein gelehrter Lehrer drückt sich über diesen Gegenstand

mit folgenden Worten aus: „Da mir die elektrophysiologischen Versuche des Herrn Duchenne (aus Boulogne) bewiesen hatten, dass der Pyramidalis ein directer Antagonist des M. Frontalis ist, so war es nöthig, an neuen Individuen den Punkt der Verschmelzung des Frontalis mit dem Pyramidalis zu studiren, und ich bin bei der Ueberzeugung geblieben, dass die Continuität der oberflächlichen Fasern des Frontalis mit dem Pyramidalis in Wirklichkeit besteht, sofern nicht etwa eine Scheidewand zwischen diesen beiden Muskeln durch ihre gemeinschaftliche Insertion an der Haut des Spatium interciliare bedingt wird.“ Auf der Seite vorher lies't man ausserdem: „Eine der wichtigsten Thatsachen, die bei den zahlreichen elektrischen Versuchen, die Herr Duchenne bis zur Genüge vor mir wiederholt hat, niemals gefehlt hat, die ich in Folge dessen als vollkommen für die Wissenschaft gesichert betrachtete, ist die folgende: An welchem Punkte der Oberfläche des Frontalis man die Reizung vornehmen möge, so erfolgt immer eine Erhebung der Augenbrauen und der Lider, niemals eine Senkung; niemals nimmt die Stirn ihren festen Insertionspunkt unten, sondern immer an der Galea aponeurotica. Die Mm. pyramidales betheiligen sich niemals bei der Contraction des Frontalis. Andererseits bringt ein elektrischer Strom, so stark man ihn wählen möge, der auf den Mm. pyramidales applicirt wird, niemals eine Contraction im M. frontalis zu Stande. Herr Duchenne schloss daraus nicht nur auf die Selbstständigkeit, sondern sogar auf einen Antagonismus des Pyramidalis und des Frontalis; ich muss zugeben, dass, wenn man das Princip acceptirte, dass ein Antagonismus in der Wirkung die Continuität der Muskelfasern absolut ausschliesst, die galvanische Physiologie Recht haben und berufen sein würde, in dieser Hinsicht das Scalpell des Anatomen zurechtzuweisen, das eine Continuität zwischen diesen beiden Muskeln zulässt.“

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich also, dass einer der gelehrtesten und geschicktesten Vertheidiger der Lehre von der Continuität der Muskelfasern, Herr Cruveilhier, durch die elektrophysiologische Versuchsweise nicht überzeugt ist, da sie im Widerspruch mit dem nur mit blossem Auge untersuchten anatomischen Factum steht.

Da ich indessen bei meinen Versuchen an Hunderten von Individuen, die ich seit etwa 20 Jahren angestellt habe, immer das Vorhandensein eines neutralen Punktes constatirt habe, oberhalb [illegible] die Haut der Stirn bei elektrischer Reizung in entgegen[illegible] Richtung bewegt wird, so ist es unmöglich, dass dieser

neutrale Punkt nicht die Grenze des Pyramidalis ist, und dass nicht eine Scheidewand zwischen ihm und dem Frontalis an diesem Punkt existirt. Wenn die Leichenanatomie sie nicht immer constatiren kann, so liegt dies daran, dass das Scalpell die Endigungen des Pyramidalis, die in der Haut geschehen, zerstört. Das ist immer mein Gedanke gewesen, und diese Annahme wurde schliesslich durch eine elektrophysiologische Beobachtung gerechtfertigt, der sich mein verehrter Lehrer ergeben haben würde, wenn er sie hätte beobachten können.

Ich sah nämlich, dass die Faradisation des Pyramidalis im Spatium interciliare in der Höhe des Kopfes der Augenbraue eine tiefe quere Furche bewirkte, die zuweilen in der Mittellinie unterbrochen, zuweilen ohne Unterbrechung ist. Im Bereich dieser Furche ist dann die Haut gleichsam angelöthet, während sie oberhalb und unterhalb derselben aufgehoben werden kann. Dieses Experiment ist der lebende, nicht zurückzuweisende Beweis für die Endigung der Fasern des Pyramidalis an diesem Punkte der Haut. Bei manchen Personen ist die Furche weit weniger ausgesprochen und sogar eine grosse Aufmerksamkeit erforderlich, um die Depression, die die Grenze des Pyramidalis angiebt, zu unterscheiden *).

Das kurze Ergebniss dieser Versuche ist, dass der Pyramidalis in der Haut das Spatium interciliare an der Stelle des Kopfes der Augenbraue seine Endigung hat.

Soll man sich also darüber wundern, dass der Anatom diese Endigung des Pyramidalis in der Haut des Spatium interciliare nicht hat constatiren können, wenn man, um den Muskel blosszulegen, damit beginnen muss, dass man die Haut abhebt? Wenn man daher den Muskel von seiner Rückseite studirt und die Muskelfasern bis in ihre Hautendigungen verfolgt, so wird man vielleicht auf diese Weise dazu gelangen, die Leichenanatomie mit der lebenden Anatomie (der Elektrophysiologie) in Uebereinstimmung zu bringen.

Ohne allen Zweifel geschieht die untere Anheftung des Frontalis im Spatium interciliare in derselben Weise. Wenn nämlich die Fasern dieses Muskels sich wirklich in die des Pyramidalis verlängerten, so wäre ihr fester Punkt, wenn man sie im Spatium interciliare reizt, nothwendigerweise unten. Dies ist aber bei der elektromuskulären Versuchsweise niemals beobachtet worden. Könnte nicht der Mikrograph eines Tages über die Frage etwas Licht ver-

*) Diese Thatsachen sind auf den Figuren 16 u. 18 des Atlas „Mecanisme de la physiognomie humaine“ abgebildet.

breiten und uns das zeigen, was der Anatom mit blossem Auge nicht sehen kann? Vielleicht wird er entdecken, dass zwischen dem Pyramidalis und dem Frontalis immer ein zwischenliegender Punkt ist, von fibrösem Zellgewebe gebildet, das selbst nichts Anderes wäre, als der Endigungspunkt der Muskelfasern in der Haut. Hinsichtlich der oberen Endigung des Latissimus colli scheint dasselbe schon bewiesen zu sein.

Da die Thatsachen nun festgestellt sind, so möge die Beschreibung des kleinen Muskels hier folgen: Der Pyramidalis heftet sich jederseits an den Knorpel des Nasenflügels und an den Nasenrücken durch eine sehnige Membran, die unter dem M. transversus nasi liegt, mit dessen Fasern sie sich kreuzt. Von dieser Aponeurose entstehen ihre zu zwei Züngelchen gestalteten Fleischfasern, sie verlaufen parallel nach oben, kreuzen sich oft auf der Mittellinie der Nase, verengern sich dann und darauf werden sie breiter und inseriren sich an der Haut in der Höhe einer Querlinie, die vom oberen Rande des Kopfes der Augenbraue ausgeht. Unter der Haut liegend, bedeckt dieser Muskel den Nasenknochen und den seitlichen Knorpel, der dessen Fortsetzung bildet."

IV. Der Supraciliaris (Muskel des Schmerzes). — „Der Supraciliaris, O, Fig. 99, wird von einem zungenförmigen Fleischbündel gebildet, liegt unter dem Orbicularis palpebrarum und bedeckt das innere Drittel des Augenbrauenbogens.

Wenn man die von der Anatomie gegebenen Daten wörtlich nehmen müsste, so würde der Supraciliaris ebenso wie der Pyramidalis nur dem Namen nach existiren. Albinus beschreibt den Muskel als eine der Wurzeln des Orbicularis palpebrarum, in welchen seine Fasern sich fortsetzen sollen. Nach Cruveilhier würde sich anderseits die grösste Zahl der Bündel, die ihn zusammensetzen, sich ebenso in die des M. frontalis fortsetzen. Nach diesen anatomischen Thatsachen erscheint es rationell, mit Cruveilhier zu schliessen, dass ein selbstständiger M. supraciliaris nicht existirt.

Ich will jedoch zeigen, dass es sich in physiologischer Beziehung mit dem Supraciliaris ebenso verhält, wie mit dem Pyramidalis und der oberen Hälfte des Palpebraltheiles des Orbicularis (Orbicularis extrapalpebralis superior), d. h. 1) dass er selbstständige Bewegungen besitzt, die zur Vollziehung der speciellen Function, die er hat, nothwendig sind; 2) dass die Natur ihm einen festen und einen beweglichen Punkt verliehen hat.

Bis das Scalpell oder vielmehr das mikroskopische Studium des Supraciliaris uns zu Hilfe gekommen sind, den Mechanismus seiner Wirkung vollkommen zu verstehen, will ich die elektrophysiologischen Versuche beschreiben, die mich zu dem Schlusse berechtigen, dass dieser Muskel, wie alle anderen, seine natürlichen Grenzen besitzt. Einen neutralen Punkt, wie beim Pyramidalis nasi, d. h. einen Zwischenraum, in welchem die Elektrode keine Contraction bewirkt, welcher den Frontalis vom Supraciliaris oder Orbicularis palpebrarum scheidet, habe ich bei ihm nicht gefunden. Aber immer besteht eine Linie, oberhalb welcher die Augenbraue bei der Faradisation die dem M. frontalis eigenen Bewegungen ausführt, unterhalb deren sie diejenigen bewirkt, die dem M. supraciliaris oder dem Orbicularis extrapalpebralis superior zugehören. Nach diesen Thatsachen könnte man mit einigem Rechte sagen, dass diese einander sehr nahen Punkte, deren Reizung so entgegengesetzte Bewegungen bedingt, durch eine Grenze von einander geschieden werden.

Diese Versuche schienen mir jedoch noch nicht zwingend, und ich suchte deshalb ein anderes Mittel die Grenzen des Supraciliaris nachzuweisen. Der betreffende Versuch scheint mir werth, ernsthaft in Erwägung gezogen zu werden. Er besteht in Folgendem: Wenn man einen Muskel vermittelst seines Nerven zur Contraction bringt, so treten alle Muskelfasern, die ihn zusammensetzen, gleichzeitig in Contraction. Sind die Unterbrechungen des Stromes, vermittelst dessen man die Contraction des Muskels erregt, wenn auch rasch, doch einander nicht zu sehr genähert, so fühlt man bei Berührung eine Art von vibrirenden Bewegungen des Muskels überall, wo sich die Muskelfasern hin erstrecken, die in seine Zusammensetzung eingehen. Von diesen Vorstellungen habe ich zur Lösung des Problems, das ich erledigen wollte, eine glückliche Anwendung gemacht; 1) ich setzte die Elektroden auf die Frontalzweige des siebenten Paares, A. Fig. 100 und brachte den M. frontalis en masse mit einem Strom zur Contraction, dessen Unterbrechungen so eingerichtet waren, dass sie das vibrirende Zittern in allen seinen Fasern bewirkten. Indem ich meine Finger über die Oberfläche des Muskels führte, fühlte ich dieses vibrirende Zittern vollkommen deutlich. In der Gegend aber der oberen Hälfte der Extrapalpebralportion des Orbicularis und des Supraciliaris war ein solches vibrirendes Zittern nicht mehr vorhanden; es ging nicht über die Grenze hinaus, welche den unteren Theil des M. frontalis von den am meisten excentrisch gelegenen Fasern des Orbicularis extrapalpebralis superior trennt; 2) Darauf setzte ich die Elektroden auf die

Stelle, wo der motorische Zweig des M. supraciliaris subcutan liegt, (I. Fig. 100), und augenblicklich liess sich das vibrirende Zittern, das in den Fasern des Frontalis nicht mehr wahrgenommen wurde, ausschliesslich an den Punkten fühlen, die der inneren Hälfte des Augenbrauenbogens entsprechen, d. h. an der Stelle, die von dem Supraciliaris eingenommen wird. Der genannte Muskel führte gleichzeitig die Bewegungen aus, die ihm eigenthümlich sind.

3) Endlich legte ich die Elektroden in der Gegend des motorischen Nerven des Orbicularis extrapalpebralis superior an (I.' Fig. 100). Während dabei die Augenbraue sich in toto senkte (entsprechend der Eigenbewegung dieses Muskels) liess sich gleichzeitig das vibrirende Zittern im ganzen Umfange der oberen Hälfte des Orbitalbogens fühlen. Das Zittern war vollkommen beschränkt auf die Fasern des M. orbicularis extrapalpebralis superior.

Durch diese Versuche scheint mir bewiesen, dass zwischen den Fasern dieser verschiedenen Muskeln, die sich anscheinend in einander fortsetzen, wirklich eine Demarcationslinie besteht. Wenn eine solche Trennungsstelle nicht vorhanden wäre, wenn, wie man behauptet hat, die Fasern des Frontalis, des Supraciliaris und der oberen Hälfte der Orbicularportion sich in einander fortsetzten, so würde die Muskelcontraction in der ganzen Ausdehnung dieser, sehr kurzen, Muskelfasern zu fühlen sein.

Um das Gesagte zusammenzufassen, so beweist der elektromuskuläre Versuch, dass eine Trennungsstelle zwischen dem Supraciliaris (Muskel des Leidens), dem Frontalis (Muskel der Aufmerksamkeit) und dem Orbicularis extrapalpebralis superior (Muskel des Nachdenkens) besteht.

Die anatomische Beschreibung des Supraciliaris muss also folgendermassen lauten: Der Muskel entspringt nach innen und hinten mit 2 oder 3 Bündeln vom inneren Theil des Augenbrauenbogens. Von da nimmt er die Richtung nach vorn und aussen, kreuzt den Orbicularis palpebrarum mit einer grossen Zahl kleiner Bündel und endigt in der Haut der inneren Hälfte der Augenbraue. Was den Uebergang einiger seiner Fasern in die des Frontalis und Orbicularis palpebrarum betrifft, so ist durch die elektromuskuläre Untersuchung soeben nachgewiesen worden, dass sie nicht bestehen kann.

Unter dem M. pyramidalis, palpebralis und frontalis gelegen, bedeckt der Muskel den Ramus frontalis des Nervus ophtalmicus, die Arteria supraorbitalis und den inneren Theil des Orbitalbogens."

„Es ist für Jeden klar, dass die Physiologie massgebend sein

muss für die Anatomie, und dass man Unrecht haben würde, wenn man unter dem Vorwande, die klassischen Studien zu vereinfachen, auf diese Weise die Wissenschaft vom Leben und besonders das Studium des physiognomischen Ausdrucks noch weiterhin verwickeln wollte.

Meine experimentellen Untersuchungen haben auch die physiologischen Irrthümer richtig gestellt, die dadurch begangen wurden, dass man anderen Muskeln des Gesichtes Bewegungen zuschrieb, denen sie fremd waren, und die verkannte, die ihnen wirklich zukamen. In Folge davon hatte man sich in gleicher Weise über die Rolle getäuscht, die sie beim Ausdruck spielen.

So liess man den Zygomaticus minor bei der Ausdrucksbewegung der Freude mitwirken (s. F. Fig. 99), während die Versuchsmethode zeigt, dass er der einzige Repräsentant des Kummers, des mässigen Weinens ist.

So wirkt der Latissimus colli (s. Y. Fig. 99), der bisher als Ausdrucksmuskel vergessen oder ungenügend studirt worden war, speciell dazu mit, die heftigsten Gemüthsbewegungen, den Schrecken, den Zorn, die körperliche Qual u. s. w. mit ergreifender Wahrheit abzubilden.

Dasselbe könnte ich von einigen anderen bisher verkannten Muskeln behaupten, besonders von denen, die die Augenbraue bewegen und beim Ausdruck der bewegten Physiognomie die wichtigste Rolle spielen.“ *)

C. Auch in practischer Hinsicht hat Herr Duchenne (aus Boulogne) den Nutzen dieser Untersuchungen dargethan.

Er sagt: „Als ich der Akademie der Medicin meine elektrophysiologischen Untersuchungen über die Muskeln des Gesichtes vorlegte, so vermuthete ich nur, dass die Kunst eines Tages daraus grossen Vortheil ziehen könnte. Seitdem aber hat mir die genaue Kenntniss der Functionen der Gesichtsmuskeln hinsichtlich des Ausdrucks oder der Physiognomie dazu gedient, die Diagnose partieller Muskelaffectionen des Gesichtes zu stellen und ihre Behandlung durch locale Faradisation zweckmässiger zu leiten.

Ist die Muskellähmung des Gesichtes nur partiell, so ist es oft schwer diejenigen Muskeln zu erkennen, deren Bewegungen gelitten haben, oder die ihre tonische Wirkung auf die Physiognomie nicht mehr üben. (Bei Besprechung der Hemiplegia facialis habe ich gesagt, in welchem Falle man diese partiellen Lähmungen beobachtet). Es ist zwar richtig, dass man die Störungen, die aus der Lähmung

*) L. c. pag. 37—41.

einiger Gesichtsmuskeln erfolgen (des Zygomaticus major, des Orbicularis palpebrarum, des Orbicularis oris, des Buccinator) schon angegeben hat; an welchem Zeichen aber wird man die Lähmung des Triangularis nasi, des Myrtiformis, des Zygomaticus minor, des Quadratus menti, des Mentalis, der excentrischen oder concentrischen Fasern des Orbicularis oris u. s. w. erkennen? Wie soll man ohne genaue Kenntniss der Thatsachen, die aus meinen Untersuchungen hervorgehen, die Entstellungen bekämpfen, die aus solchen partiellen Lähmungen des Gesichtes resultiren, wenn man die Muskeln nicht kennt, deren Läsion die Störung der gewöhnlichen Physiognomie herbeigeführt hat.

Bei der Lähmung des 7. Paares macht die Abflachung der Züge oft der Contractur Platz, und diese Contractur schlägt ihren Sitz gewöhnlich in einem oder zwei Muskeln auf, während die anderen gelähmt bleiben oder zu ihrem Normalzustand zurückkehren. Diese Contractur entstellt die Züge in sehr ungraciöser Weise und wird unheilbar, wenn man ihr nicht zuvorkommt. Sobald man daher die ersten Spuren davon in einem Muskel entdeckt, muss man sich sofort in Acht nehmen, die faradische Reizung mit raschen Strömen an ihm vorzunehmen. Wieder ist es die genaue Kenntniss der Einzelwirkung der Gesichtsmuskeln auf die Physiognomie, welche die Diagnose dieser Mukelläsion in ihrem Entstehen gestattet."*)

Noch weitere interessante Anwendungen lassen sich, wie wir glauben, aus diesen Untersuchungen vom Standpunkte der Psychologie, der Aesthetik ziehen. Wir wollen hier darauf nicht weiter eingehen: Diese Anwendungen sind von Seiten des Herrn Duchenne Gegenstand einer besonderen Arbeit gewesen, auf die wir den Leser verweisen.**)

Elektrophysiologische Untersuchungen über die äusseren Muskeln des Ohres.

Wir geben hier eine interessante Studie über die äusseren Muskeln des Ohres wieder, die Herr Duchenne (aus Boulogne) veröffentlicht hat.***)

---

*) Electrisation localisée I. éd. pag. 390.

**) Mécanisme de la physiognomie humaine ou Analyse électro-physiologique de l'expression des passions appliquable à la pratique des arts plastiques. Paris 1862. 1 vol. 8⁰ von 70 Seiten mit einem Atlas von 264 Seiten, 84 Photographien und 9 Tafeln. Um die Erwerbung dieses Werkes zu erleichtern, hat der Verfasser eine kleine Ausgabe desselben in Octav von 164 Seiten mit 9 Tafeln, enthaltend 144 Photographien Paris 1862 veröffentlicht.

***) Electrisation localisée I. éd. pag. 387, ff.

„I. Musculus auricularis posterior. Die elektrische Contraction des Auricularis posterior zieht die Ohrmuschel schief nach hinten und oben. Niemals sah ich das Ohr sich gerade nach hinten richten, selbst wenn der Stromgeber auf den unteren Fasern des Auricularis posterior angelegt war. Bei ihrer Bewegung schief nach hinten und oben zieht die Ohrmuschel die Crista semilunaris schief nach oben. Dieselbe versperrt das Orficium externum des Gehörganges und vergrössert seinen Querdurchmesser."

„II. M. auricularis superior und anterior. Wird die Elektrode an den Stellen angelegt, die den Fasern des Auricularis superior entsprechen, so bewirkt sie zuweilen eine Erhebung der Ohrmuschel."

„Wird dieselbe Elektrode im Bereich der Fasern des Auricularis anterior angesetzt, so bewirkt sie eine Bewegung der Ohrmuschel oft gerade nach oben, zuweilen nach oben und vorn, aber niemals gerade nach vorn.

Das Vorhandensein des Auricularis anterior habe ich vermittelst der localen Faradisation immer constatiren können, während ich den Auricularis superior unter 10 Individuen nur einmal gefunden habe.

Während der Erhebung der Ohrmuschel, einer Bewegung, die durch die Auriculares zu Stande kommt, vergrössert sich der Verticaldurchmesser des Orificium externum des Gehörganges sehr merklich, und die Krümmung der knorpeligen Portionen des Gehörganges zeigt die Tendenz sich auszugleichen. Es geht aus diesen Versuchen hervor: 1) dass die Mm. auricularis posterior, superior und anterior einzig dazu bestimmt sind, das Orificium externum des Gehörganges nach allen Richtungen zu erweitern; 2) dass die Bewegungen, die die genannten Muskeln der Ohrmuschel ertheilen, auf die Linien derselben keinen Einfluss haben und den Winkel, den sie mit der Seitenfläche des Kopfes bildet, nicht verändern."

„III. Muskeln der Ohrmuschel. Meine elektromuskulären Untersuchungen haben mich gelehrt, dass unter gewissen Umständen die Muskeln der Ohrmuschel einigen Einfluss auf das Gehör üben müssen. Aus diesem Grunde glaube ich die elektrophysiologische Studie, die ich darüber gemacht habe, nach der über die Mm. auriculares mittheilen zu sollen, welche Muskeln, wie ich wenigstens bewiesen zu haben glaube, den Zugang der Klangwellen zur Membrana tympani in merkwürdiger Weise erleichtern."

„Die Muskeln des Tragus, des Antitragus und des Helix sind von den Anatomen vollkommen richtig beschrieben worden, aber keiner hat ihre Functionen nachgewiesen. Dank der localen Faradi-

sation ist es mir gestattet gewesen, die Bewegungen jedes dieser kleinen Muskeln zu analysiren und den Antheil, der ihnen bei Erzeugung der Gehörserscheinungen zukommt, zu beurtheilen.

Die Muskeln der Ohrmuschel müssen unter Abhängigkeit des 7. Paares stehen, denn bei Lähmung dieses letzteren Nerven ziehen sie sich unter Einwirkung des elektrischen Reizes auf der gelähmten Seite nicht mehr zusammen."

A. M. constrictor conchae superior und inferior. (Muskeln des Tragus und Antitragus).

„Eine Elektrode, die an die Aussenseite des Tragus angesetzt wird, bewirkt die Aufhebung der Haut, die die Innenseite desselben bedeckt und verkleinert den Querdurchmesser des Grundes der Concha, des Vorraumes zum Orificium des Gehörganges, um 0,5—1 mm. Bei Einwirkung eines stärkeren Stromes beobachtet man zuweilen eine Depression des Tragus.

„Eine Elektrode, die an der Aussenseite des Antitragus angesetzt wird, bewirkt die Erhebung des letzteren und die Aufhebung der Haut, die die Innenseite desselben bekleidet. Wenn der Strom ein wenig stärker ist, so wird der hintere Theil des Anthelix herabgezogen und nach vorn gebracht. Gleichzeitig nimmt die Krümmung des Anthelix zu und die obere Hälfte der Ohrmuschel wird en masse gesenkt. Aus der Gesammtheit dieser Bewegungen folgt eine Verengerung der Circumferenz der Concha mit Verkleinerung des verticalen Durchmessers des Orificium externum des Gehörganges.

Aus diesen Versuchen scheint mir hervorzugehen, dass die Muskeln des Tragus und Antitragus keine andere Bestimmung haben, als die, das Gehörorgan gegen zu lebhafte Eindrücke zu schützen, die durch starke Töne, seien sie tief oder hoch, bedingt werden. Aus der Annäherung der inneren Wand des Tragus gegen die Crista semilunaris des Orificium externum des Gehörganges folgt nämlich die Versperrung dieses Orificium, wodurch es nicht mehr einer ebenso grossen Zahl von Klangwellen gestattet wird, direct bis zur Membrana tympani zu gelangen. Durch die Verengerung der Circumferenz der Concha nimmt andererseits die Oberfläche ab, die dazu dient, die Klangwellen zu reflectiren und für den Gehörgang zu sammeln, und die zu starken Klänge können sich dann nicht mehr so gut in ihr fangen.

Die vorstehenden Angaben führen zu dem Schlusse, dass der Gehörssinn ebenso wie der Gesichtssinn mit einem Schutzapparate versehen ist. Ebenso wie die Contraction der Iris nur sehr wenige Lichtstrahlen in das Auge dringen lässt, ebenso widersetzt sich auch die Contraction der Muskeln des Tragus und Antitragus dem Eintritt einer zu grossen Zahl starker Klangwellen in den Gehörgang. Auf Grund dieser speciellen Functionen nenne ich den Muskel des Tragus „Constrictor conchae superior" und den Muskel des Antitragus „Constrictor conchae inferior."

Die Constrictoren der Concha, welche dem Willen nicht gehorchen, contrahiren sich ohne Zweifel durch Reflexthätigkeit. Vielleicht könnte man ihre Functionen unter gewissen Verhältnissen feststellen, z. B. bei Kanoniren und allen Individuen, die starken Klangeindrücken ausgesetzt sind."

B. Muskeln des Helix.

„Bei elektrischer Contraction des grossen Muskels des Helix sieht man den aufsteigenden Theil des letzteren sich abflachen und gegen den unteren Zweig der Bifurcation des Anthelix andrücken, und die obere Hälfte der Ohrmuschel sich etwas nach oben und vorn begeben.

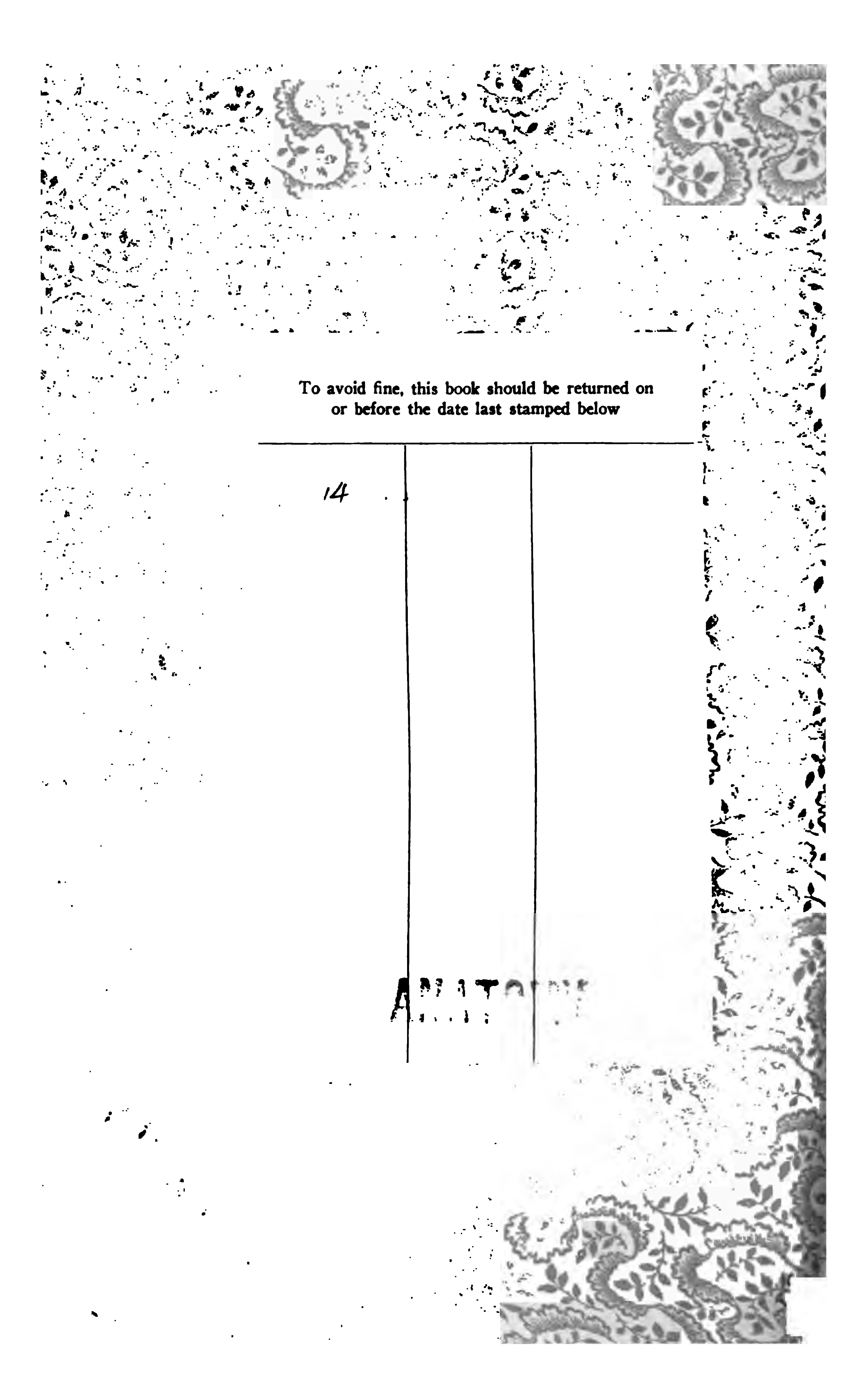
Die elektrische Contraction des kleinen Muskels des Helix trägt zu dieser kleinen Erhebung bei und deprimirt den Theil des Helix, der hinter dem Tragus und oberhalb desselben liegt.

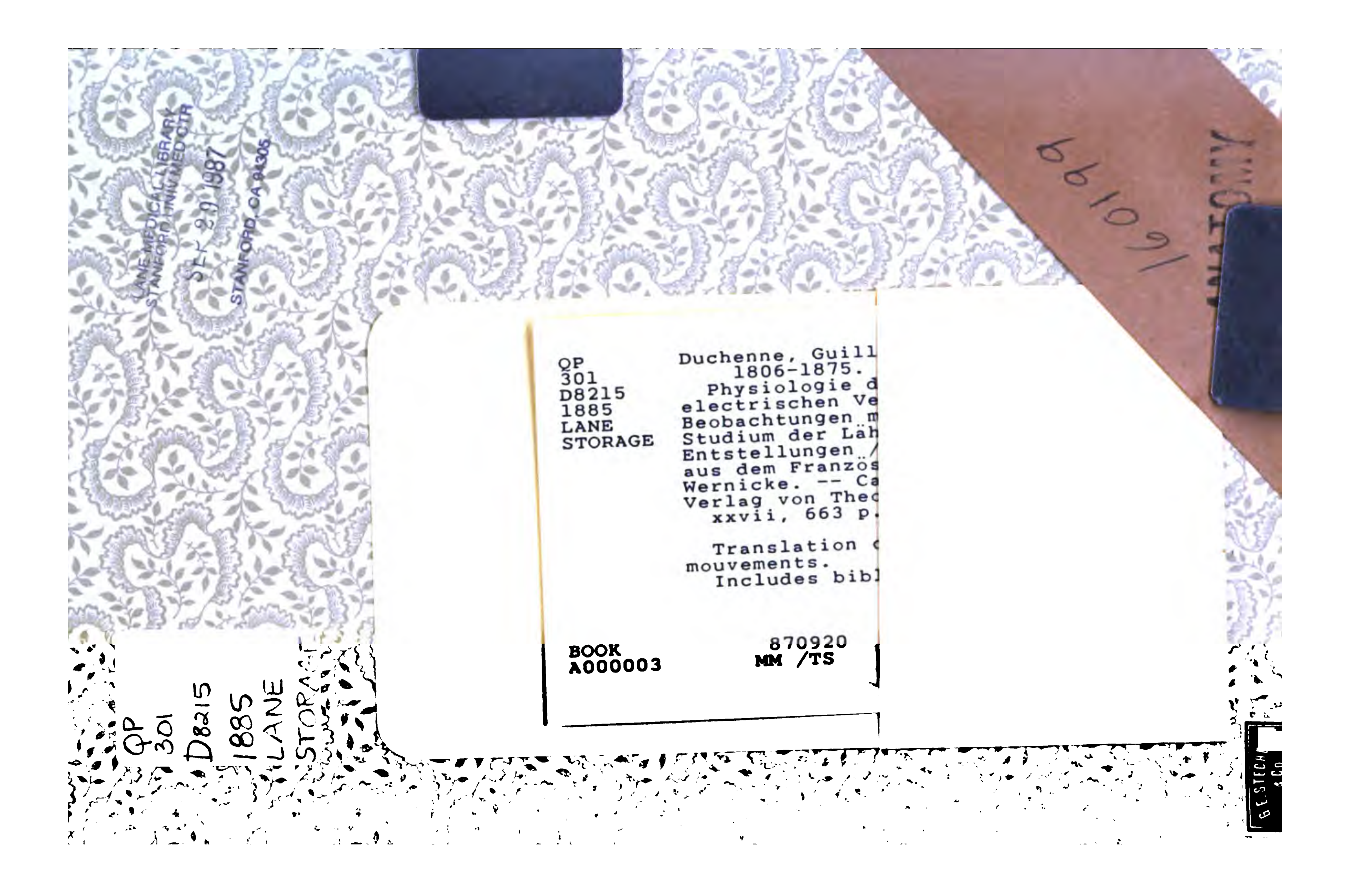
Während der Erhebung der oberen Hälfte der Ohrmuschel flacht sich die Crista der Cartilago semilunaris des Orificium externum des Gehörganges etwas ab.

Oft ist es mir begegnet, dass ich die genannten Muskeln nicht zur Contraction bringen konnte. Man muss daraus schliessen, dass sie nicht vorhanden waren.

Alles in Allem scheinen mir die Verrichtungen der Helixmuskeln folgende zu sein: Den Eingang der Klangwellen, die durch die Abflachung des vorderen Randes des Helix die Richtung von vorn nach hinten annehmen, auf der Oberfläche der Concha zu begünstigen, ferner durch Erhebung der oberen Hälfte der Ohrmuschel das Orificium des Gehörganges zu erweitern."

Druck von Friedr. Scheel in Cassel.





QP
301
D8215
1885
LANE
STORAGE
Duchenne, Guill
1806-1875.
Physiologie d
electrischen Ve
Beobachtungen m
Studium der Läh
Entstellungen /
aus dem Französ
Wernicke. -- Ca
Verlag von Theo
xxvii, 663 p.
Translation o
mouvements.
Includes bibl
BOOK
A000003
870920
MM /TS
LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIV MED CTR
SEP 29 1987
STANFORD, CA 94305
160199
ANATOMY

